

ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАЙ — ИЮНЬ

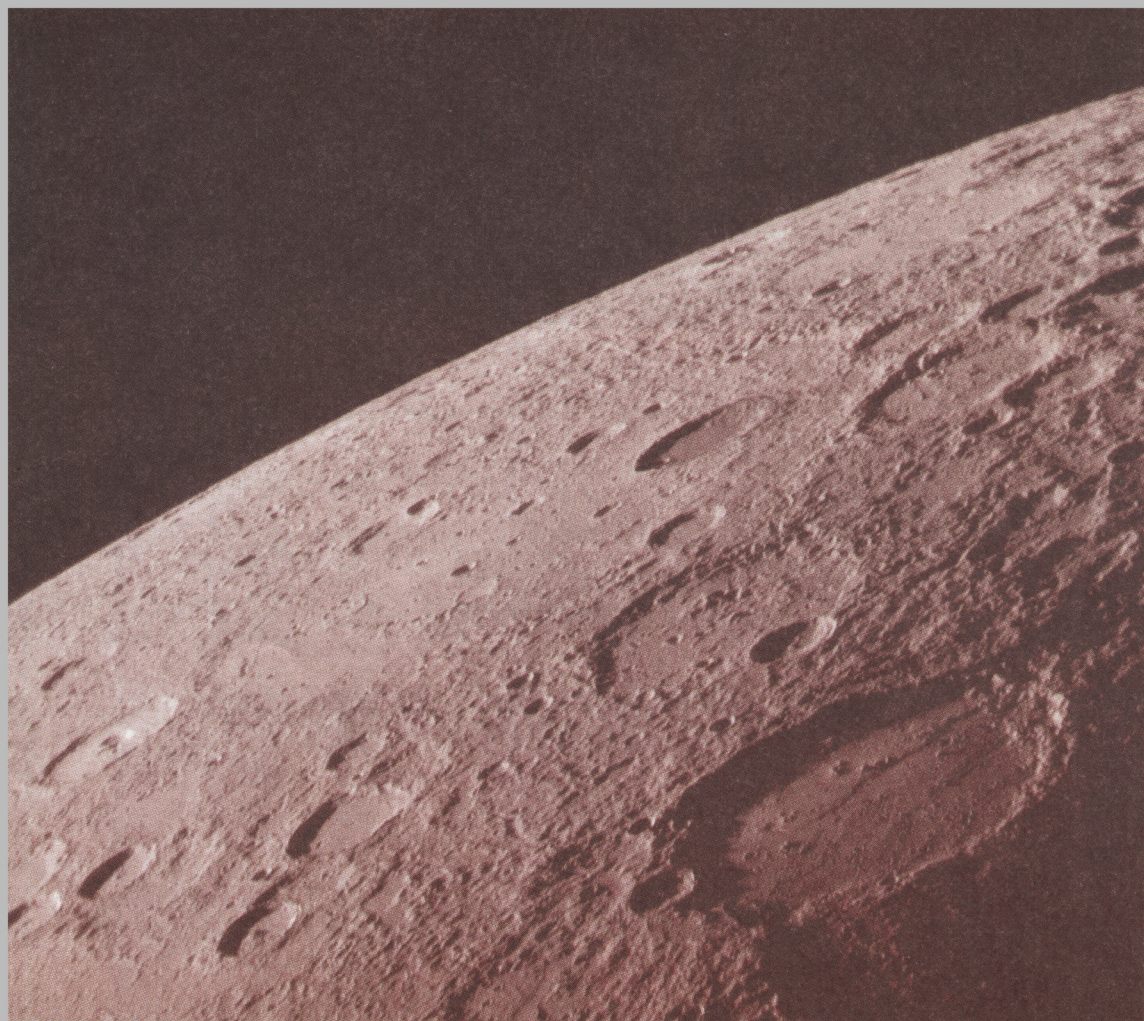
3/2008

100 ЛЕТ

ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЕ

30 ИЮНЯ 1908 г.

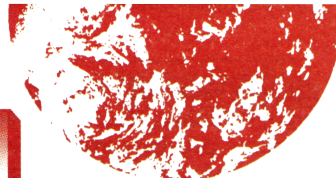




Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

3/2008



Новости науки и другая информация: Солнце в декабре 2007 г. – январе 2008 г. [29]; “Мессенджер” пролетел вблизи Меркурия [107]; Премия Краффорда российскому ученому [108]; 29-й полет КК “Атлантис” [109]; Антарктида теплеет [111]; Новые книги: Постараемся увлечь детей астрономией (Е.П. Левитан. “Путешествия по Вселенной”) [32]; История открытий релятивистских звезд (П.Р. Амнуэль. “Далекие маяки Вселенной”) [40]; К юбилею академика Р.З. Сагдеева (“Академик Роальд Сагдеев”. Составитель Н.А. Сахибуллин) [65]; К 50-летию запуска I ИСЗ (“Первая космическая...” Сборник статей) [78]; В помощь познающим универсальный эволюционизм (А.Д. Урсул, Т.А. Урсул. “Универсальный эволюционизм: концепции, подходы, принципы, перспективы”. Учебное пособие) [87]

В номере:

К 100-ЛЕТИЮ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ

- 3 РОМЕЙКО В.А. Загадка века
- 19 СВЕТЦОВ В.В. Падение Тунгусского космического тела: факты, модели, современные представления
- 33 КОЛЕСНИКОВ Е.М. Взрыв ядра кометы

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 41 ЧЕЧИН Л.М., ЕФИМОВ С.Н. Фесенковские чтения
- 47 ГАЛЕЕВ А.И., САХИБУЛЛИН Н.А. Всероссийская астрономическая конференция в Казани

КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА

- 56 ГРИГОРЬЕВ А.И., БАРАНОВ В.М., ДЁМИН Е.П., ДАВЫДОВ В.А. Эксперимент, моделирующий пилотируемый полет на Марс

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 66 ГУСЕВ Е.Б. “Россыпь Ориона в зените” (звездное небо в художественной литературе)

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 70 КАРОЛЬ И.Л., КИСЕЛЁВ А.А. Исследование климата Земли от МГТ до наших дней

НЕОБЫЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ

- 79 ЧИЧАГОВ В.П. Пыльно-песчаные ураганы Восточной Азии

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 88 Небесный календарь: июль–август 2008 г.
- 99 ТАТАРНИКОВ М.П. Солнечный телескоп “Веги”

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 105 ГИНДИЛИС Л.М. НЛО глазами астронома



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2008 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 2 обложки: Меркурий. Мозаичное изображение из сотен снимков, переданных АМС "Мессенджер" 14 января 2008 г. с расстояния 18 тыс. км от поверхности планеты за 55 мин до сближения с ней. Видно множество кратеров с центральными горками, один из них диаметром 200 км. Затененная область справа – лимб Меркурия. Лаборатория прикладной физики Университета Джона Хопкинса, NASA (к стр. 107).

На стр. 3 обложки: Вверху – экипаж КК "Атлантис" (STS-122); в первом ряду: С. Фрик (США, командир корабля), Л. Эйартц (ЕСА, Франция; специалист по обслуживанию модуля "Коламбус") и А. Поиндекстер (США, пилот); во втором ряду: специалисты полета Л. Мелвин, Р. Уолхейм, С. Лав (США) и Х. Шлегель (ЕСА, ФРГ). Внизу – установка европейского научного модуля "Коламбус" в грузовом отсеке КК "Атлантис" перед стартом. 14 ноября 2007 г. NASA (к стр. 109).

На стр. 4 обложки: Вверху – пыльная буря на Земле, возникшая над пустыней в Восточной Монголии. Снимок сделан 27 августа 2006 г. экипажем 13-й основной экспедиции МКС. Внизу – сезонная пыльная буря, охватившая северо-восточный район Марса (отмечено стрелкой) и протянувшаяся вдоль Ацидалийской равнины (Acidalia Planitia). 15 мая 2003 г. Фото NASA (к статье В.П. Чичагова).

In This Issue:

TO THE 100TH ANNIVERSARY OF TUNGUS CATASTROPHE

- 3 ROMEJCO V.A. Mystery of the Century
- 19 SVETZOV V.V. Down-fall of the Tungus Cosmic Body: Facts, Models, Modern Ideas
- 33 KOLESNICKOV E.M. Explosion of Comet Nucleus

SIMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 41 CHECHIN L.M., EFIMOV S.N. Fesenco's Readings
- 47 GALEEV A.I., SAKHIBULLIN N.A. All-Russian Astronomic Conference in Kazan

COSMONAUTICS OF THE XXI CENTURY

- 56 GRIGORJEV A.I., BARANOV V.M., DYEMIN E.P., DAVYDOV V.A. Experiment Modelling Piloted Flight to Mars

ASTRONOMIC EDUCATION

- 66 GUSEV E.B. "Orion's Starfield in Zenith" (Star Sky in Fiction)

HISTORY OF SCIENCE

- 70 KAROL I.L., KISELEV A.A. Research of the Earth's Climate from the International Geophysical Year to the Present Days

UNUSUAL NATURAL PHENOMENA

- 79 CHICHAGOV V.P. Sand and Dust Storms in East Asia

AMATEUR ASTRONOMY

- 88 Celestial Calendar: July–August 2008
- 99 TATARNIKOV M.P. Vega's Sun Telescope

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 105 GINDILIS L.M. UFO by Astronomer's Eyes

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
 Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
 Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
 доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
 член-корр. РАН Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
 доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
 доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
 член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
 член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
 доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
 академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
 доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

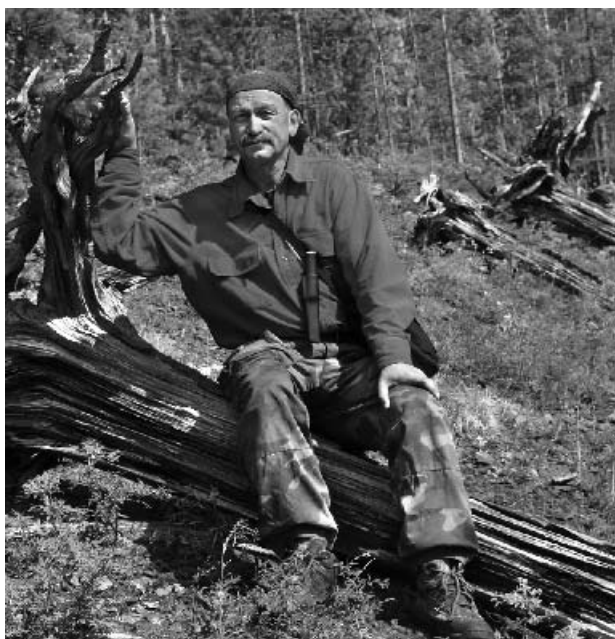
Загадка века

В. А. РОМЕЙКО

Тунгусская катастрофа стала одним из самых знаменательных событий XX столетия. Что это было: комета, метеорит или посланец иных миров? Удивительно, что поиски обычного метеорита переросли в проблему Тунгусского метеорита. В чем же суть данной проблемы, и как ее решают современные исследователи?

ЧТО ПРОИЗОШЛО НА
ТУНГУСКЕ 30 ИЮНЯ 1908 г.

Во вторник, 30 июня 1908 г., над огромной территорией Восточной Сибири стояла тихая и удивительно ясная погода. Неожиданно около 7 ч утра местного времени со стороны Солнца показался большой огненный шар — болид. Его полет был грандиозен. Он скользил по небу в междуречье Лены и Подкаменной Тунгуски предположительно с юго-востока в северо-западном направлении. Достигнув почти ста метров в поперечнике и оставляя за собой светлый дымный след, он в течение нескольких минут проделал



путь в земной атмосфере, равный почти 770 км. Люди, наблюдавшие за его полетом по безоблачному небу, приходили в ужас от ослепительно яркого света и грохочущих звуков. Почти на тысячу километров вокруг слышались раскаты грома. Полет космического пришельца закончился грандиозным взрывом над безлюдной тайгой на высоте 5–10 км.

Свидетелями космической катастрофы стали

жители небольшой фактории Ванавара и те немногие эвенки-кочевники, что находились в тайге. Катастрофический взрыв был почти мгновенным. Яркое багровое свечение охватило небо. В считанные секунды взрывной волной в радиусе до 30–40 км был повален лес, уничтожены звери, искалечены люди. Сплошной вывал 80 млн. деревьев в виде какой-то странной фигуры, отдаленно напоминающей кры-



ля бабочки, покрыл площадь более чем в 2150 км² (для сравнения: площадь Москвы составляет около 1000 км²). Энергия взрыва, по различным оценкам, составила от 10 до 40 Мт тротилового эквивалента. Его можно было бы сравнить с энергией двух тысяч ядерных бомб, одновременно взорванных над Хиросимой в 1945 г. Под действием светового излучения на десятки километров вокруг вспыхнула тайга. Начавшийся пожар уничтожил то немного, что уцелело после взрыва. В радиусе почти 30 км произошло частичное перемагничивание почвы.

Космический ураган на много лет превратил некогда богатую растительностью и дичью тайгу в унылый мертвый лес. И только в самом эпицентре под ударной волной, шедшей

сверху, остались стоять ровные обожженные стволы деревьев, лишенные пышных крон. За этим местом закрепилось название "телеграфный лес". В тайге после взрыва произошла мутация растений и насекомых, ускорился рост деревьев, изменились химический состав и физические свойства почв.

Землетрясение, вызванное взрывом, было отмечено в Иркутске, Ташкенте, Тбилиси и в немецком городе Йене. По сообщению директора Иркутской метеорологической обсерватории А.В. Вознесенского, впервые в истории науки сейсмометры зарегистрировали толчки от удара метеорита. Начало землетрясения пришлось на 0 ч 17 мин 11 с Всемирного времени. Воздушная же волна достигла обсерватории через 2.5 мин.

Вторжение Тунгусского космического тела в атмосферу Земли. Рисунок.

Взрывную воздушную волну, обогнувшую земной шар, зарегистрировали многие метеорологические обсерватории мира. Акустические явления распространились на площади свыше миллиона квадратных километров в радиусе примерно 800 км. Такого рода событие было равнозначно локальной экологической катастрофе.

30 июня 1908 г., несмотря на весь ужас пережитого, жителям нашей планеты крупно повезло. По счастливому стечению обстоятельств от космической бомбардировки пострадало минимальное число людей: слишком мала плотность населения в



Пролет Тунгусского болида над Забайкальем. Картина Н.И. Фёдорова. 1987 г.

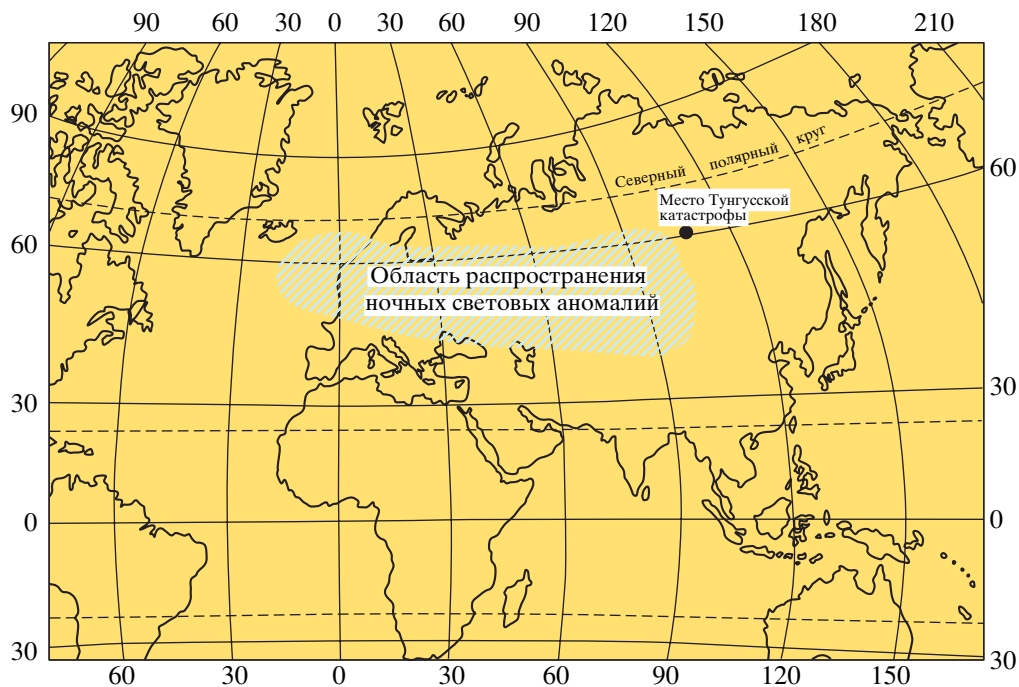
бескрайних просторах Эвенкии. Но если бы метеорит ворвался в атмосферу Земли на 4.5 ч позже, то последствия даже трудно представить. Земля повернулась бы к пришельцу своей самой заселенной стороной. В этом случае взрыв произошел бы над одним из крупнейших городов мира, столицей Российской империи – Санкт-Петербургом.

И все-таки для Европы это событие не прошло бесследно. В ночь на 1 июля, как и в последующие ночи,

от западных берегов Атлантики до Центральной Сибири с запада на восток и от Ташкента до Санкт-Петербурга с юга на север на территории площадью более 12 млн. км² наблюдались значительное свечение земной атмосферы и ночные светящиеся облака. Эти необычные облака, образовавшиеся на высоте около 80 км, интенсивно отражали солнечные лучи, создавая эффект светлых ночей даже там, где их прежде не наблюдали. Сияние неба было настолько сильным, что в некоторых местах жители не могли уснуть. В ряде городов Германии, Англии, России ночью можно было свободно читать мелкий

газетный шрифт. Яркость неба, по оценкам специалистов, превышала обычную в сотни, а в некоторых местах в тысячи раз! Не обратить на это внимания было невозможно. В Гринвиче в полночь даже смогли сфотографировать неосвещаемый порт.

Датский астроном Т. Кооль сразу определил природу световых аномалий. Уже 4 июля 1908 г. он писал: "...желательно было бы узнать, не появлялся в последнее время в Дании или где-нибудь в другом месте очень большой метеорит?" Интересное замечание по поводу светового феномена сделал в 1910 г. директор астрономической обсерватории



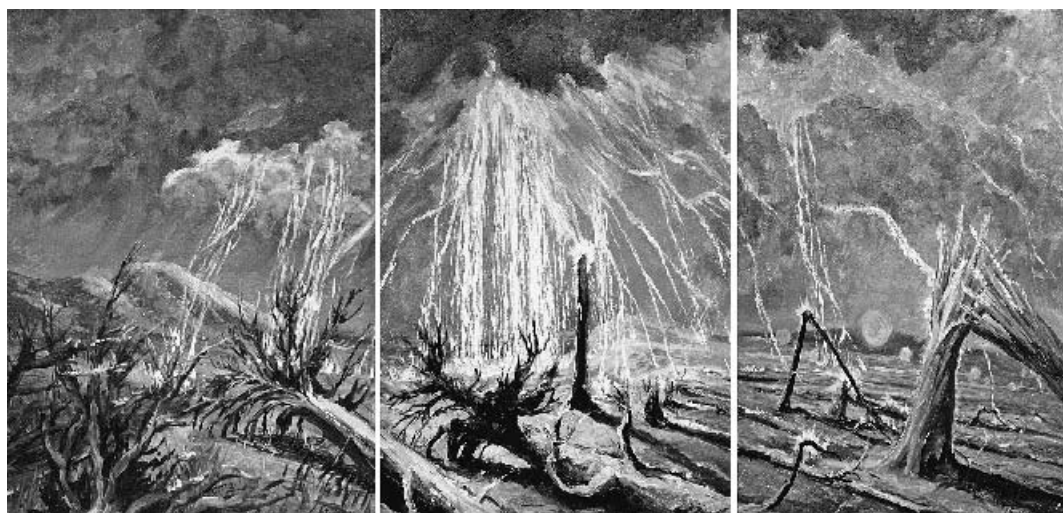
Карта области распространения атмосферных аномалий 30 июня – 1 июля 1908 г. в России и Западной Европе.

г. Гейдельберга М. Вольф: “Мне кажется вероятным, что также и в этот день Земля вошла в контакт с

кометным облаком”. К сказанному остается добавить, что свечение неба началось не сразу после взрыва, а лишь спустя 13–15 ч после столкновения Земли с космическим пришельцем. До сих пор этот факт так и не получил объяснения.

Атмосферные явления, связанные с вторжением космического тела, происходили и позже. Так, начи-

“Электрические разряды в центре падения” (триптих из серии “Тунгусский метеорит”). Картина Н.И. Фёдорова. 1988 г.



Первый исследователь места катастрофы геолог Леонид Алексеевич Кулик (1883–1942). Фото 1929 г. из архива Комитета по метеоритам АН СССР.

ная с 14 июля 1908 г. в Калифорнии (США) было отмечено резкое снижение прозрачности земной атмосферы, продолжавшееся вплоть до 4 октября. По мнению академика В.Г. Фесенкова, эффект “помутнения”, связанный с падением Тунгусского метеорита, не имел аналогов с 1905 г. по 1911 г. В 1988 г. ведущие российские специалисты в области физики атмосферы К.Я. Кондратьев, Г.А. Никольский и Э.О. Шульц заново проанализировали калифорнийские наблюдения. Они пришли к удивительному выводу: в 1908 г. было не одно, а два вторжения в атмосферу Земли. Первое произошло за месяц до известных событий, то есть в мае. Тогда 100 тыс. т космического вещества упало в Тихий океан, к востоку от Курильских островов. Второе падение пришлось на 30 июня в районе реки Подкаменной Тунгуски. Следствием этих событий стало нарушение озонового слоя Северного полушария Земли. По мнению ряда российских и американских ученых, озоновый слой восстановился лишь спустя два года.

Помимо оптических аномалий Тунгусский болид вызвал значительные изменения магнитного поля Земли. Странная магнитная буря, отмеченная в

Иркутске, продолжалась 3.5 ч и во многом напоминала возмущение, возникающее после ядерного взрыва.

ПОИСКИ МЕТЕОРИТА

Первые сообщения о большом сибирском болиде были весьма противоречивы. Район междуречья Верхней и Нижней Тунгуски в начале XX в. был малонаселенным, труднодоступным, из-за чего сведения об этом событии просачивались в центр Российской империи годами.

Известием о падении крупного болида к северу от Красноярска заинтересовался ученый секретарь

Комитета по метеоритам АН СССР Л.А. Кулик (Земля и Вселенная, 1975, № 3). Весной 1927 г. он отправляется в экспедицию в Центральную Сибирь на поиски места падения этого необычного метеорита. В тяжелейших условиях, преодолев сотни километров на лошадях, оленях и пешком, Л.А. Кулик попадает в далекую факторию Ванавара. Углубившись в тайгу с небольшим отрядом, он тут же обнаружил следы разрушений. Картина, открывшаяся его взору с невысокой сопки, была ужасна. На десятки километров вокруг, словно скошенная трава, лежали стволы гигантских сосен и





Сплошной вывал леса в эпицентре взрыва в 3 км к юго-западу от Южного болота. Весна 1929 г. Фото из архива Комитета по метеоритам АН СССР.

су окружают заболоченную котловину, в центре которой стоит обгорелый, мертвый лес, лишенный веток и вершин. На обширных пространствах болот исследователь находит воронки диаметром от 70 см до 50 м и глубиной до 4 м. Именно здесь, на

лиственниц. Лишь кое-где в лощинах стояли небольшие рощи уцелевших деревьев. Дальнейшее продвижение по этому хаосу на оленях становилось невозможным, и пришлось продолжить путь на плоту

по небольшой таежной речке Хушмо. Шестнадцать дней отряд продвигался вверх по реке в поисках места падения метеорита. Наконец эпицентр взрыва найден. Изуродованные деревья по радиу-

Участники третьей экспедиции: верхний ряд – Б. Оптовцев, Л. Шумилова, Б. Старовский и К. Янковский; нижний ряд – А. Афонский, Л. Кулик, С. Темников и Е. Кринов. Село Шитково. Конец зимы 1930 г. Фото из архива Комитета по метеоритам АН СССР.





дне этих кратеров, и надо искать остатки метеорита, думал Л.А. Кулик. Он был убежден, что это следы от упавших осколков железного метеорита. На протяжении двух последующих экспедиций проводились изнурительные работы по поиску метеоритного вещества в *Сусловской воронке*. С помощью дифлекторного магнитометра исследуются *Северный торфяник* и котловина *Южного болота*. Позже осуществили аэрофотосъемку местности, но метеорит так и не нашли.

Л.А. Кулик, исходя из астрономических вычислений В.А. Мальцева и Б.В. Окунева, а также из своих собственных рассуждений о том, что все известные крупные метеоро-
риты были железными,

предположил, что на месте взрыва *“выпал рой обломков железного метеорита, вероятнее всего связанных с кометой Понса–Виннике”*. Основная масса обломков, по его мнению, упала в Большую котловину Южного болота. Как впоследствии выяснилось, комета Понса–Виннике никакого отношения к Тунгусскому метеориту не имела.

В конце июня 1930 г. один из участников экспедиции, К.Д. Янковский, нашел в тайге необычный двухметровый темный камень, но по случайному стечению обстоятельств место находки было потеряно. Имеется еще ряд сообщений от местных жителей о необычных находках

Метеоритная заимка Л.А. Кулика в тайге у подножия горы Стойковича. Зима 1930 г. Фото из архива Комитета по метеоритам АН СССР.

и событиях. По прошествии многих лет эти сообщения стали легендами.

В довоенные годы Л.А. Кулик организовал к месту катастрофы четыре крупные экспедиции: в 1927, 1928, 1929–1930 и 1939 гг. (*Земля и Вселенная*, 1968, № 3; 1979, № 3; 1989, № 5).

Изучение Тунгусского метеорита прервала Великая Отечественная война. Л.А. Кулик, вступив в ополчение, погиб при защите Москвы. На долгое



а



б

В эпицентре Тунгусского взрыва: а) у Южного болота (снимок с вертолета); б) Суловская воронка. 2004 г. Фото В.А. Ромейко.

время прекратились поисковые работы. О сибирской катастрофе начали забывать. Но 12 февраля 1947 г. на территории России, на Дальнем Востоке, в районе Сихотэ-Алиньского хребта, падает крупный железный метеорит массой около 100 т (Земля и Вселенная, 1968, № 5). Его исследования отчасти инициировали новые работы в Тунгуске.

Метеоритная гипотеза, поддержанная многими учеными, успешно просуществовала вплоть до 1958 г. Согласно ей, Тунгусское космическое тело было обычным очень крупным железным или каменным метеоритом. В процессе исследований стало ясно, что метеоритная гипотеза не в состоянии объяснить ряд явлений, наблюдавшихся как в момент катастрофы, так и после него. Прежде всего, остается невыясненным: почему метеорит взорвался, подобно самой мощной взрывчатке, и куда, собственно, исчезло его вещество? Как известно, *к настоящему времени не найдено ни грамма вещества Тунгусского метеорита*. Пока метеоритная гипотеза не в состоянии объяснить: как могли возникнуть оптические аномалии за тысячи километров от места падения и как они связаны с метеоритом? Почему в эпицентре ускорился рост растений? Как с точки зрения этой гипотезы объяснить эффект магнитной бури, разыгравшейся в ионосфере сразу после взрыва? Аргументы против метеоритной гипотезы были столь сильны,

что заставили ученых обратиться к иным точкам зрения, и прежде всего к кометному варианту катастрофы.

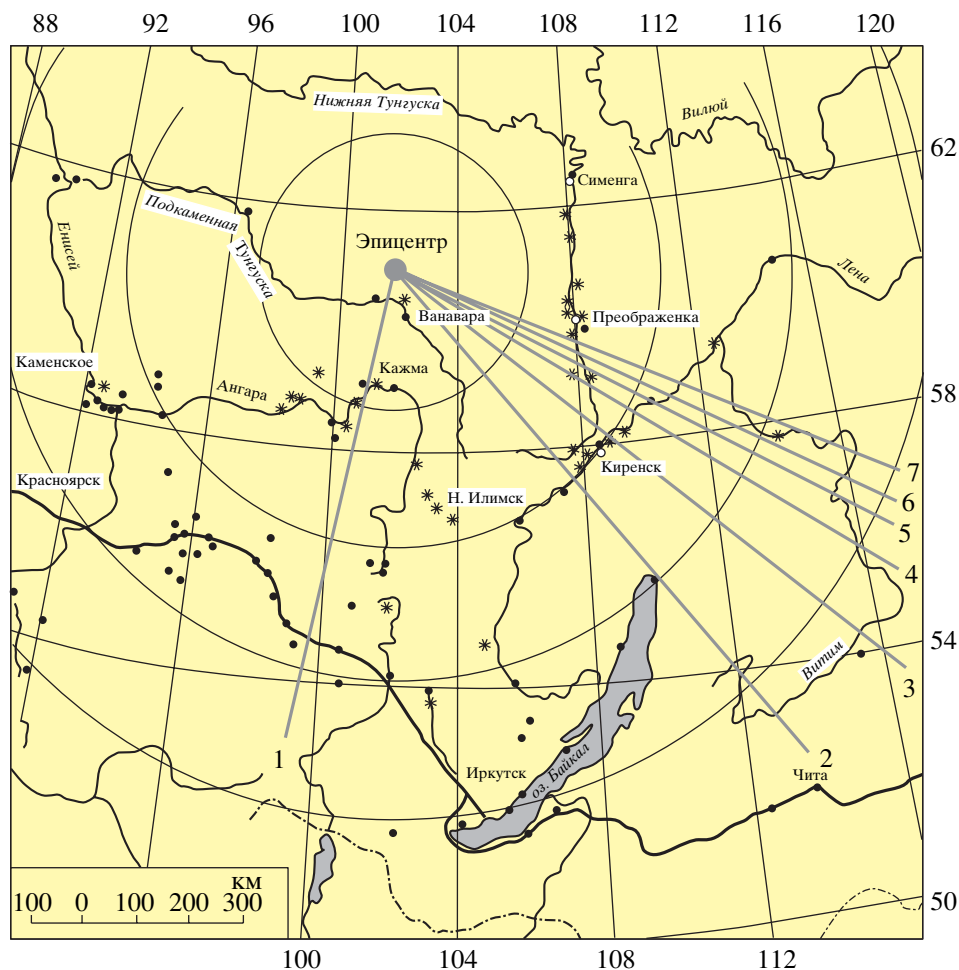
И все-таки независимо от имеющихся к настоящему времени аргументов интерес к метеоритной гипотезе не ослабевает, ведутся поиски ее возможных вариантов. В 1993 г. группа американских ученых — К. Чайба, П. Томас и К. Цанле из NASA и университета Висконсин — провела расчеты, согласно которым Тунгусский метеорит мог оказаться небольшим каменным астероидом диаметром примерно 30 м, взорвавшимся на высоте 8 км. В России в наше время эту точку зрения поддерживает небольшой круг исследователей, опирающихся на те же расчеты, что и их американские коллеги.

КОМЕТНЫЙ СЛЕД

Прошли годы кропотливых поисков. История Тунгусского метеорита получила неожиданное продолжение. В конце 1950-х гг. Академия наук СССР организовала специальные исследования, в результате которых необычные события 30 июня 1908 г. были опять объяснены взрывом ядра небольшой кометы. Идея эта не нова, но уж очень привлекательна. Прежде всего, она полностью объясняла отсутствие космического вещества как в эпицентре взрыва, так и за его пределами. Затем, с определенными оговорками, объяс-

няла и природу оптических аномалий. В 1908 г. метеоролог Л.Я. Апостолов пришел к выводу о том, что наша планета в конце июня столкнулась с небольшой кометой. Позже, в 1934 г., об этом писал английский метеоролог Ф. Уиппл. По его мнению, Сибирский метеорит был небольшой кометой с пылевым хвостом. Более того, Ф. Уиппл уточняет, что голова кометы упала в Сибирь, а хвост, направленный от Солнца, расплылся над Европой. Впоследствии эту гипотезу обстоятельно доработал советский астрофизик академик В.Г. Фесенков, рассчитавший ее основные физические параметры. По его мнению, первичная масса кометы (то есть до столкновения с Землей) составляла приблизительно 1 млн. т.

Основная трудность кометной гипотезы — малые прочностные характеристики кометного льда, имеющего плотность около 1 г/см³. Расчеты показывали, что ледяное ядро должно было разрушиться на высоте не ниже 30 км. А как мы знаем, взрыв произошел на высоте 5–10 км. Любопытное решение данного противоречия предложили в 1975 г. академик Г.И. Петров и доктор физико-математических наук В.П. Стулов (Земля и Вселенная, 1975, № 4). Они рассчитали, что только рыхлое ядро кометы способно проникнуть столь глубоко в атмосферу Земли. Ее плотность, по их расчетам, в этом случае должна составлять не более 0.01 г/см³. Фактиче-



ски предлагалась модель огромной космической снежинки. Они не учли одного: при подлете к Земле такую комету должны были легко разорвать приливные силы. Подобным образом разрушилась комета Шумейкеров–Леви 9 при подлете к Юпитеру в 1994 г. (Земля и Вселенная, 1996, № 1).

Завершающим аккордом к этой гипотезе прозвучала смелая теоретическая разработка российского академика С.С. Григоряна. В ней показано,

что ледяное ядро кометы, обладая гигантским запасом энергии (по массе и скорости), могло свободно внедриться глубоко в атмосферу и там разрушиться (Земля и Вселенная, 2003, № 6).

Кометный след находят и на Земле в торфяных отложениях, в районе катастрофы. Это подтверждают работы кандидата технических наук Е.М. Колесникова с коллегами. А исследователь Е.В. Дмитриев прямо указывает на следы кометы в районе

Проекция возможных траекторий полета Тунгусского болида (составлено Н.В. Васильевым по свидетельствам очевидцев), вычисленные авторами: 1 – И.С. Астаповичем (1935); 2 – Е.Л. Криновым (1949) и Н.Н. Сытинской (1955); 3 – В.Г. Сурдиным, В.А. Ромейко, В.И. Ковалём (1982); 4 – В.И. Цветковым и А.П. Бояркиной (1966), В.Г. Конёнкиным (1967), Л.Е. Эпиктетовой (1976), И.Т. Зоткиным и А.Н. Чигориным (1988); 5 – А.В. Золотовым (1969), В.Г. Фастом (1967); 6 – И.Т. Зоткиным (1972), В.А. Бронштэном (2000); 7 – В.Г. Фастом и др. (1976), В.А. Воробьёвым и Д.В. Дёминым (1976), Ю.А. Львовым и Н.В. Васильевым (1976).

катастрофы. По его мнению, практически во всех пробах присутствуют осколки кометных маркеров – стримергласов, представляющих собой в подавляющем большинстве стеклянные палочки длиной до сотен микрометров.

Комета массой около 1 млн. т не такое компактное тело, как астероид диаметром в 30–50 м, и ее вполне можно обнаружить еще до подлета к Земле. Но одно важное обстоятельство помешало это сделать. Тунгусское космическое тело двигалось к Земле со стороны Солнца.

Генетическую связь Тунгусского тела с орбитой кометы Энке выявили в свое время советский астроном И.Т. Зоткин и чехословацкий астроном Л. Кресак. Основываясь на показаниях очевидцев и конфигурации вывала леса, Зоткин рассчитал пространственные характеристики Тунгусского болида. Оказалось, что он летел к нам из созвездия Тельца, точнее, из той самой области неба, в которой находится радиант метеорного потока β -Тауриды. Но мы не можем видеть его из-за того, что



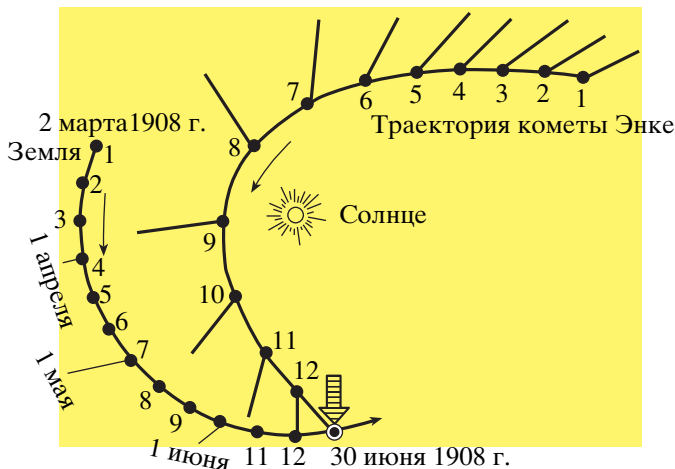
появление метеоров этого потока приходится на дневное время. Астрономам давно известно, что в прошлом метеорные потоки были кометными ядрами. В процессе многократного подлета кометы к Солнцу лед постепенно испарился, и на орбите остались лишь мельчайшие пылинки. Прародительницей метеорного потока β -Тауриды считается знаменитая короткопериодическая комета Энке, вращающаяся

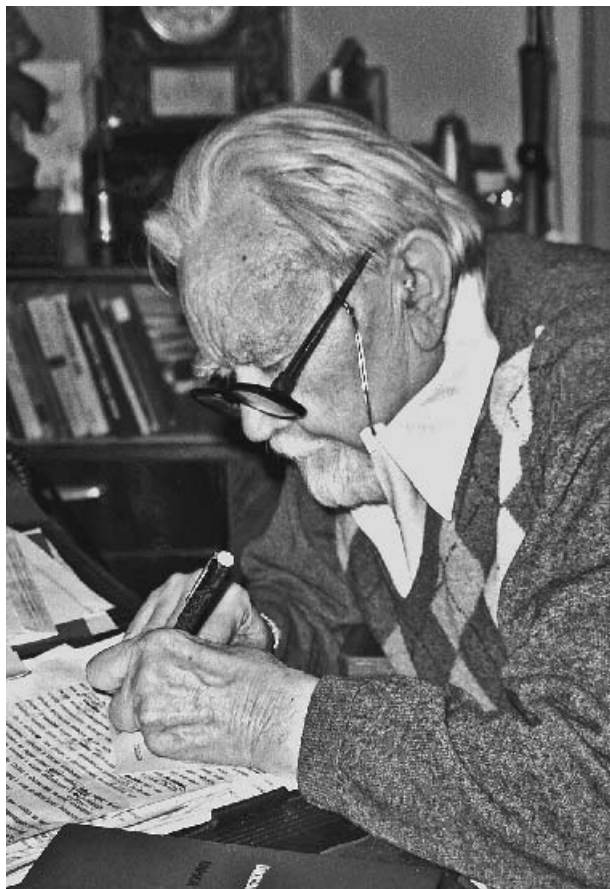
вокруг Солнца с периодом 3.3 года. В результате таких сближений с нашим массивным светилом иногда происходят разрушения ядра кометы. Предполагается, что один из осколков кометы Энке и упал на Землю 30 июня 1908 г.

ИДЕЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА

В 1946 г. писатель-фантаст А.П. Казанцев написал научно-фантастический рассказ “Взрыв”, в ко-

Траектория движения короткопериодической кометы Энке (проекция на плоскость эклиптики). Момент возможной встречи осколка кометы с Землей указан стрелкой.





Советский писатель А.П. Казанцев (1906–2002). 1970-е гг. Фото В.А. Ромейко.

тором предложил свое объяснение событию 1908 г. По его мнению, на месте катастрофы потерпел аварию межпланетный космический корабль, летевший на Землю с Марса. Взрыв ядерного топлива, используемого в работе двигателей, объяснял не только разрушение и отсутствие вещества метеорита, но и те загадочные явления, которые якобы наблюдали местные жители (“бой воды”, “жгущая лицо вода”, “светящиеся камни”, “болезнь местных жителей”).

К настоящему времени под ядерной гипотезой понимаются все техногенные

идеи, констатирующие взрыв и разрушение каких-либо искусственных летательных аппаратов, использующих ядерное горючее. Обычно к ним относят ракеты с ядерными двигателями, корабли-зонды, НЛО. Авторы гипотез подразумевают, что все эти инопланетные космические аппараты выполняли исследовательскую миссию на Земле, но по тем или иным причинам потерпели аварию, приведшую к гибели корабля и экипажа. Известный советский астроном и уфолог Ф.Ю. Зигель в 1959 г. опубликовал статью, в ко-

торой сообщил о возможности взрыва НЛО на месте катастрофы.

Идея А.П. Казанцева в эпоху бурного развития космической техники имела большой общественный резонанс и сразу привлекла к себе множество энтузиастов. Вместе с тем она вызвала сильнейшее негодование ряда советских ученых, считавших ее полным абсурдом. Большинство молодежи поддержало А.П. Казанцева. В середине прошлого века в тайгу отправились группы и отдельные исследователи с целью найти останки космического корабля. В 1959 г. начала работать первая Комплексная самостоятельная экспедиция (КСЭ) под руководством томского биофизика, инженера Г.Ф. Плеханова. Наземный и воздушный осмотр района не выявил каких-либо материальных следов техногенной катастрофы. Не обнаружилось и следов радиоактивного заражения, которые можно было бы отнести к последствиям аварии космического корабля.

Со временем ядерную гипотезу существенно дополнил уральский геофизик А.В. Золотов. Он сумел не только исследовать район катастрофы, но и провести тщательные теоретические расчеты. Проанализировав условия движения космического пришельца и характер взрыва,

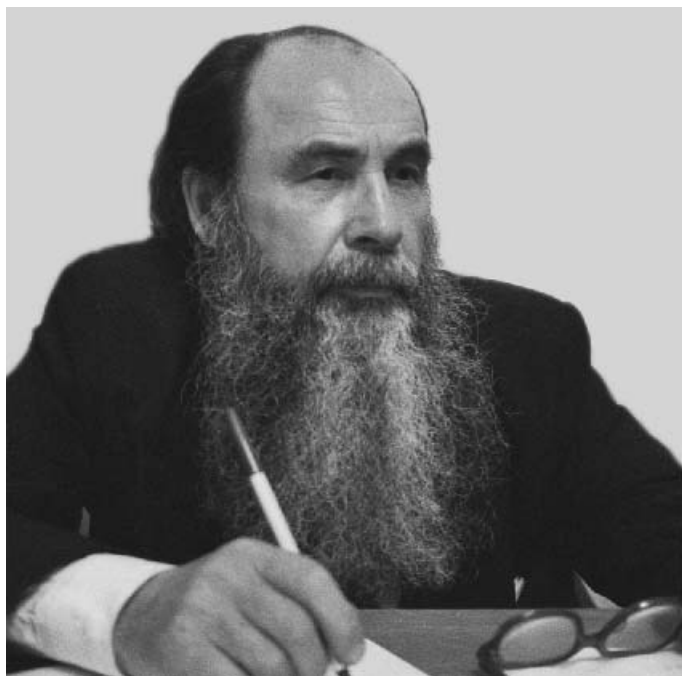
он пришел к выводу о том, что Тунгусское космическое тело могло взорваться только “за счет внутренней энергии”, то есть могло быть искусственным.

Столь необычный взгляд на проблему дал новый импульс в изучении Тунгусского феномена. В 1965 г. американские исследователи, лауреаты Нобелевской премии К. Коуэн и В. Либби, развивая идею Л. Лапаза об антивещественной природе Тунгусского метеорита, выдвинули собственную гипотезу о столкновении Земли с массой антивещества, вследствие чего произошли аннигиляция и высвобождение большого количества ядерной энергии. Эта идея получила неожиданную популярность во всем мире, в том числе и у нас в стране (Земля и Вселенная, 1966, № 3). Например, ленинградская группа ученых под руководством директора Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе академика Б.П. Константинова начала работать над идеей антивещественной природы Тунгусского метеорита.

Успешно отстаивая свои позиции, ядерная (техногенная) гипотеза до сих пор находит поддержку у многих энтузиастов.

ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

Вопрос о раскрытии тайны Тунгусской ката-



строфы или находках возможных осколков Тунгусского космического тела поднимается на страницах популярной литературы с удивительной регулярностью.

За прошедшие годы появились десятки гипотез о природе Тунгусской катастрофы. Красноярский исследователь Д. Тимофеев допускает, что взрыв произошел из-за детонации природного газа, подожженного влетевшим в атмосферу метеоритом. По мнению доцента Томского политехнического университета В. Сальникова, Тунгусский взрыв связан с выходом из земных глубин мощного электромагнитного “вихря” (подземная гроза). Природный аналог этого явления — шаровая молния. Инженер В. Поляков предположил, что ме-

теорит состоял из натрия космического происхождения. Новосибирские ученые А.Н. Дмитриев и В.К. Журавлёв объясняют события 1908 г. прорывом сгустка солнечной плазмы, вызвавшим образование, а затем взрыв нескольких тысяч шаровых молний с объемом в четверть кубического километра. Американские физики М. Джексон и М. Рيان считают, что разрушения в сибирской тайге в 1908 г. были вызваны столкновением Земли с... черной дырой.

С точки зрения физика А. Приймы, 30 июня 1908 г. над тунгусской тайгой были взорваны, по крайней мере, три “информационных контейнера”, предназначенные для землян. Писатели-фантасты Г. Альтов и В. Журавлёва предпо-

жили, что Тунгусский взрыв был вызван лазерным сигналом, пришедшим на Землю от цивилизации планетной системы 61-й звезды из созвездия Лебедя. Подобные гипотезы интересны лишь своей необычностью, но к решению проблемы, увы, нас не приближают. Как правило, рассуждения авторов этих идей базируются на наиболее экзотических проблемах физики, не имеющих природного аналога, а поэтому не требуют доказательств.

К настоящему времени из общего числа гипотез о происхождении Тунгусского взрыва следует выделить три как наиболее разработанные: **метеоритная, кометная и техногенная** (ником пока не опровергну-

тая и выдержавшая массу критических замечаний). Все остальные – либо их модификации, либо просто умозрительны.

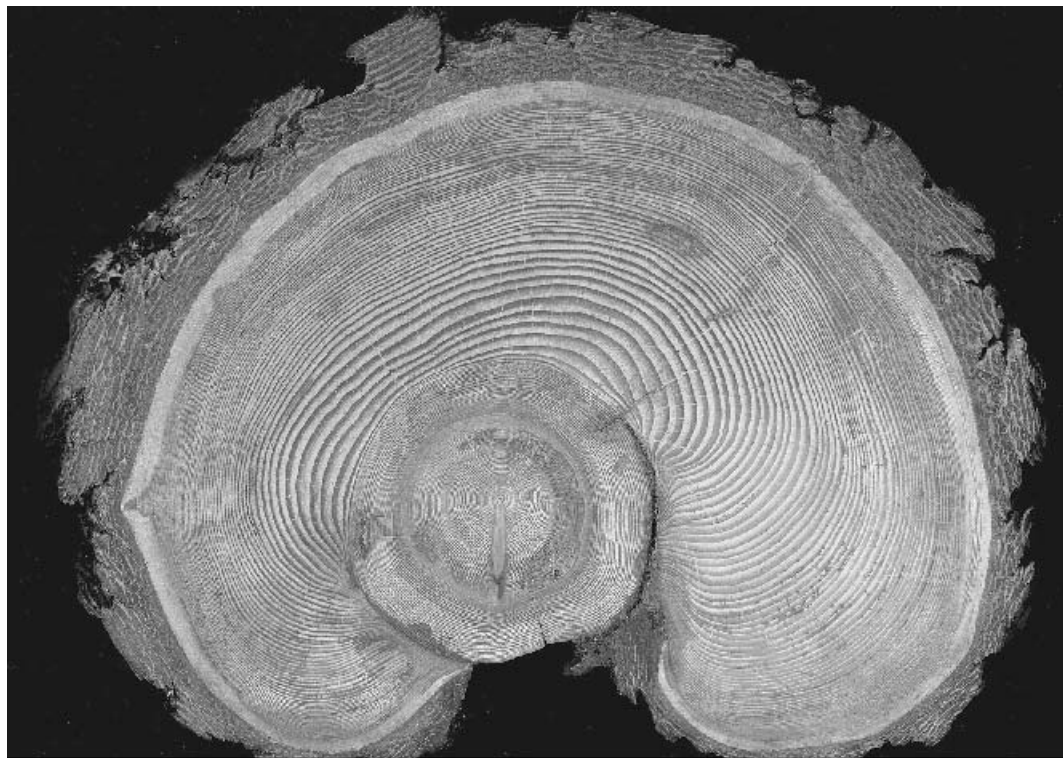
Как это ни странно, но спустя сто лет, прошедших с момента катастрофы, говорить о правомерности какой-либо гипотезы преждевременно, так как ни одна из них не в состоянии объяснить весь комплекс явлений, сопровождавших полет Тунгусского тела и его взрыв. У всех перечисленных точек зрения есть свои последователи и целый арсенал аргументов. В этом нетрудно убедиться, посетив очередную научную конференцию, посвященную проблеме Тунгусского метеорита или заглянув на страницы Интернета.

Подводя итог этого небольшого обзора, попробуем распределить существующие факты по степени их достоверности. Возможно, это поможет читателю самому разобраться в сложном хитросплетении множества событий, относящихся к Тунгусской проблеме.

Вначале перечислим те немногие явления, которые бесспорно имеют прямое отношение к катастрофе 1908 г. К ним, прежде всего, относятся:

– пролет космического тела в атмосфере Земли утром 30 июня 1908 г.;

Спил 180-летней лиственницы, выросшей в районе Тунгусской катастрофы. 2007 г. Фото В.А. Ромейко.





Озеро Чеко, расположенное недалеко от Тунгуски. По мнению итальянских исследователей, оно хранит следы взрыва 1908 г. Снимок с вертолета 2007 г. Фото В.А. Ромейко.

- высотный взрыв в районе с географическими координатами $60^{\circ}53.7'$ с.ш. и $101^{\circ}53.5'$ в.д.;
- барическая волна, обогнувшая земной шар;
- осесимметричный повал леса в районе взрыва на площади 2150 км^2 ;
- лучистый ожог деревьев;
- сейсмические явления;
- магнитное возмущение в ионосфере, длившееся около 3.5 ч;
- атмосферные оптические аномалии, наблюдав-

шиеся в западной части евроазиатского континента, последовавшие после взрыва.

Есть и другая категория фактов: повышенный уровень радиоактивности, химические и космохимические аномалии, ускоренный рост деревьев, перемагничивание почв, биологические мутации растений и насекомых, химические аномалии, обнаруженные в слоях льда в Антарктиде и Гренландии, появление оптических аномалий до катастрофы. Их следует рассматривать более осторожно, поскольку они не могут однозначно быть отнесены к известным событиям 1908 г. Это, прежде всего, связано с необычностью местности, над которой произошел взрыв. Случайно или нет,

но катастрофа разразилась над кольцевой структурой древнего вулкана, образовавшегося более 200 млн. лет тому назад. Его поперечник составил около 10 км. Сложная геологическая обстановка в значительной степени затрудняет идентификацию космического вещества. Зачастую размыв пород приводит к разнообразным геохимическим, газовым аномалиям, к изменению концентрации отдельных элементов.

При желании можно выделить и третью группу фактов: спорные сообщения о находках необычных камней, метеоритных кратерах, обнаруженных в различных районах Сибири, наличии “сухой борозды”, “восточного вывала”, падении сопутствующих



космических тел и многом другом. Но к ним следует относиться еще более осторожно.

Почти 45 лет в летние месяцы исследуется место катастрофы, работает коллектив Комплексной самостоятельной экспедиции. За эти годы членами КСЭ опубликованы монографии, сборники, статьи, проведены десятки научных конференций. Один из создателей КСЭ – директор Института биологии и биофизики (Томск) доктор биологических наук Г.Ф. Плеханов. Бессменным руководителем КСЭ многие десятилетия оставался один из основных исследователей места катастрофы академик РАН Н.В. Васильев (Земля и Вселенная, 1975, № 1; 1978, № 6; 1989, № 3).

Уникальное Тунгусское явление объединило и уникальных людей. В разное время решением Тунгусской проблемы занимались крупнейшие ученые: академики В.И. Вернадский, В.Г. Фесенков, С.П. Королёв, И.В. Курчатов, И.Е. Тамм, Л.А. Арцимович и М.М. Лаврентьев, доктор геолого-минералогических наук К.П. Флоренский, космонавт Г.М. Гречко. Не оставили ее без внимания писатели-фантасты А. Кларк и С. Лем.

В 1995 г. место Тунгусской катастрофы объявлено государственным биосферным заповедником. В заповеднике “Тунгусский” проводятся научные исследования в области почвоведения, ботаники, зоологии, экологии, а также мероприятия по

Комплексная самостоятельная экспедиция на месте Тунгусской катастрофы: а) сбор участников (1961), б) руководители КСЭ Г.Ф. Плеханов и Н.В. Васильев (1980). Фото В.А. Ромейко.

развитию и восстановлению сибирской тайги. Но основная работа сконцентрирована на изучении главной проблемы. Трудно сказать, будет ли в ближайшее время найдено ее окончательное решение. Но одно несомненно: интерес к ней не ослабевает. Ежегодно десятки людей приезжают в тайгу, чтобы увидеть, узнать, понять: чем же было Тунгусское явление – метеоритом, кометой или посланцем иных миров?

Падение Тунгусского космического тела: факты, модели, современные представления

В.В. СВЕТЦОВ,
кандидат физико-математических наук
Институт динамики геосфер РАН

Чтобы понять новое природное явление, необходимо собрать сведения, построить физико-математические модели, поставить эксперименты. Компьютерное моделирование, основанное на численном решении уравнений, может служить наиболее важным средством для осмысления явления. Применение вычислительной техники и совершенные методики позволили в последнее время получить достаточно точную картину процессов в атмосфере Земли после входа



в нее каменных и ледяных тел больших размеров. Сейчас мы понимаем основные процессы, происходившие при падении

космического тела, вызвавшего Тунгусскую катастрофу 1908 г. В то же время необходимы дальнейшие исследования: дифференциации вещества при конденсации испаренного тела, атмосферных последствий падения болида, возможной электризации частиц после взрыва. В противоположность сторонникам концепции космической природы Тунгусского явления приверженцы большинства нестандартных гипотез не смогли продвинуться в его понимании дальше общих рассуждений.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ И ТУНГУССКАЯ ПРОБЛЕМА

О событии, которое произошло утром 30 июня 1908 г. в бассейне реки Подкаменная Тунгуска, написано очень много. Факты

и вымыслы, физико-математические исследования и фантазии переплелись в общем потоке информации. Но что мы знаем уверенно о Тунгусском явлении? Напомним основные общепризнанные факты:

— в окрестностях эпицентра катастрофы нет ударного кратера и не найдено метеоритов;

— повален лес на площади 2150 км², причем он имеет характерные особенности: в эпицентре остались стоять деревья с обломан-



Карта района Тунгусской катастрофы. Желтым цветом показано место вывала лесного массива от воздушного взрыва.

ными ветвями, стволы поваленных деревьев направлены от эпицентра к периферии, область вывала формой напоминает бабочку;

- взрывом инициирована поверхностная *сейсмическая волна*, зафиксированная четырьмя сейсмическими станциями;

- возникла *воздушная акустико-гравитационная волна*, распространившаяся по всей планете и зарегистрированная многими метеостанциями, в том числе в Англии;

- событие сопровождалось *тепловым воздействием* с плотностью энергии более 100 Дж/см^2 , которое вызвало пожар, ожоги растительности и животных;

- через несколько минут после образования сейсмической волны возникло *геомагнитное возмущение*, длившееся несколько часов и зарегистрированное в Иркутске;

- в течение нескольких дней на территории России и Европы наблюдались *аномальные атмосферные явления*: светлые сумерки, цветные зори, солнечные гало и кольца Бишоп (сияние вокруг Солнца, вызванное микрочастицами в стратосфере после крупных извержений вулканов).

Все эти эффекты, кроме атмосферных, могут быть вызваны **мощным ядерным взрывом**. Даже область вывала леса при подрыве сферически-симметричного заряда и наличии сильного ветра на километровых высотах, искажающего форму ударной волны у поверхности Зем-

ли, выглядит сплюснутой. Математическое моделирование взрывов с высокой концентрацией энергии в атмосфере показало, что вывал леса с характерными для Тунгусской катастрофы особенностями может произойти под действием ударной волны взрыва на высоте 6.5–10.5 км с энергией 7–18 Мт ($2.9\text{--}7.5 \times 10^{16} \text{ Дж}$), причем каждому уровню энергии соответствует свой интервал высот шириной 1–2 км. Так, если энергия взрыва 12.5 Мт, его высота должна быть в интервале 8.5–9.5 км. Создаваемое у поверхности Земли ударной волной давление вызывает землетрясение магнитудой 4.8–5, что близко к показаниям 1908 г. Сопоставляется с данной моделью и амплитуда воздушной волны, зарегистрированная на удаленных расстояниях. Из всех взрывов, осуществленных за годы ядерных испытаний, указанному интервалу энергий и высот наиболее соответствуют ядерные взрывы с энергиями 12.5 и 8.2 Мт, которые проводились на меньших высотах (3–3.5 км) в 1961 г. и 1962 г. на Новой Земле. Несмотря на схожесть эффектов, гипотеза ядерного взрыва на Тунгуске (взрыв инопланетного космического корабля) не нашла подтверждения прежде всего из-за *отсутствия следов радиоактивности*, причем их специально искали на месте катастрофы.

При торможении космического тела в атмосфере его кинетическая энергия переходит в тепловую

энергию воздуха и пара. Если торможение происходит быстро, выделение энергии вызывает механические и тепловые эффекты, аналогичные сосредоточенному высотному взрыву. **Астероиды и кометы** сталкиваются с Землей со скоростью 11.2–72 км/с. По кинетической энергии тела и выделившейся энергии (7–18 Мт) можно вычислить его массу, она должна быть в пределах $10^3\text{--}10^6 \text{ т}$. Исходя из характерной плотности каменных метеоритов, можно вычислить диаметр Тунгусского тела: 20–100 м. Гипотеза *падения космического тела* с самого начала исследований Тунгусской катастрофы была основной. Отсутствие кратера и метеоритов стало сильным аргументом противников этой гипотезы и причиной возникновения множества других.

МОДЕЛИ ТОРМОЖЕНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

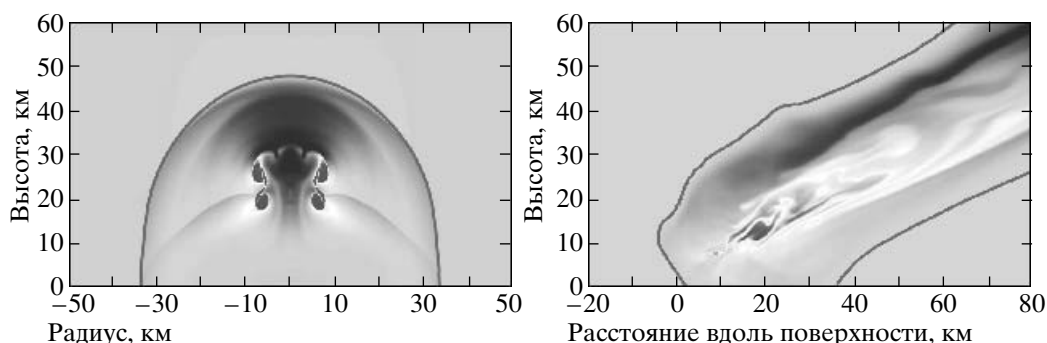
Когда космическое тело падает в атмосфере со сверхзвуковой скоростью, оно создает впереди себя ударную волну. За ее фронтом воздух сжат и нагрет, поэтому на лобовой поверхности тела создается высокое давление, тормозящее метеороид. Нагретый воздух излучает, и потоки лучистой энергии испаряют метеороид. Но лучистой энергии недостаточно для быстрого испарения значительной части крупного метеороида. Вычисления показывают, что компактное тело указанных размеров с плотно-

стью камня или льда обязательно достигнет поверхности и создаст ударный кратер. Ведь масса атмосферы равна массе слоя воды толщиной всего 10 м. Так как не найдено ни ударного кратера, ни остатков Тунгусского космического тела, то давно возникло предположение, что метеороид *дробился на фрагменты*, которые рассеялись в полете и по отдельности испарились. Сила торможения за счет увеличения площади поперечного сечения возрастает настолько, что рой фрагментов полностью теряет скорость. Действительно, многие из образцов метеоритов размером 1–10 см имеют очень небольшую прочность, а чем больше тело, тем его прочность меньше. Оценки показывают, что под действием давления на лобовую поверхность Тунгусское тело могло раздробиться уже на высоте 70–80 км. Масса

фрагментов ведет себя подобно жидкости и, как огромная капля, сплющивается под действием давления, рассыпаясь на более мелкие части. Такая модель возникла в результате анализа и компьютерных расчетов. Лишь в последнее время стало возможным с приемлемой точностью провести математическое моделирование *движения, торможения и испарения* крупного космического тела в атмосфере. Модели движения космического тела в атмосфере и его обтекания воздушными потоками рассчитывались с помощью уравнений гидродинамики, модели тепловых потоков и испарения фрагментов тела – уравнениями переноса излучения. К этому надо добавить необходимые данные о термодинамических и оптических свойствах воздуха и паров различных космических тел: каменных (*обычных и углистых*

хондритов) и комет при соответствующих предположениях об их составе. Получение этих данных также связано со значительными трудностями вычислений.

Численное моделирование проводилось для **каменных и ледяных тел** разного размера, входящих в атмосферу под разными углами и с разными скоростями. **Железный метеорит** не рассматривался, так как он прочнее, обладает высокой плотностью и обязательно достиг бы поверхности Земли, образовав кратер. Плотность ядер комет (0.5–1.2 г/см³) в несколько раз ниже плотности каменных метеоритов, поэтому кометам долгое время отдавалось предпочтение в качестве кандидатов на роль Тунгусского космического тела (ТКТ). В результате расчетов выявилась следующая картина процессов при движении ТКТ в атмосфере



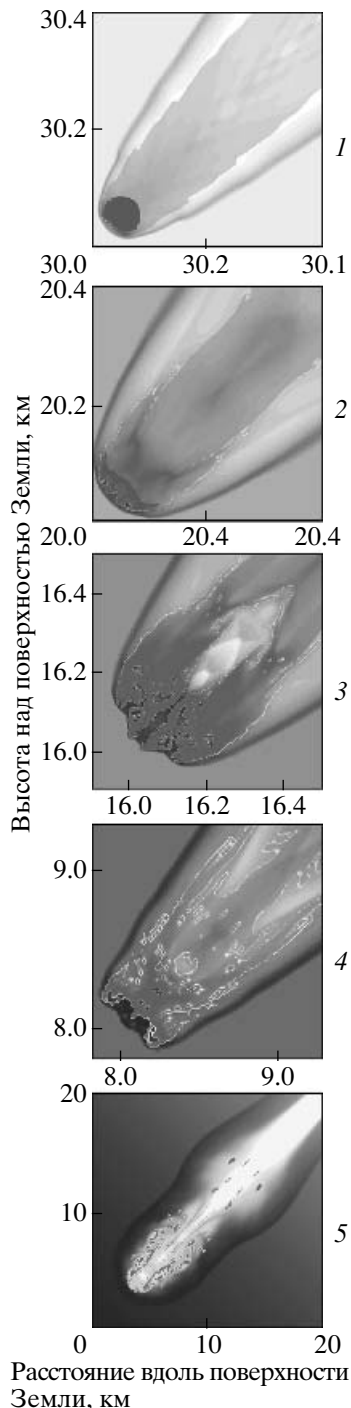
Модели относительной плотности атмосферы (отношение к нормальной плотности на определенной высоте) через минуту после Тунгусского взрыва: слева – при ядерном взрыве с энергией 12.5 Мт на высоте 9 км (ударная волна производит вывал деревьев в радиусе 25–30 км); справа – при падении каменного тела диаметром 80 м под углом 30°. Синий цвет указывает на увеличение плотности воздуха, красный – нагретый взрывом всплывающий в виде тора менее плотный газ, зеленая линия – фронт внешней ударной волны. Несмотря на разную природу (падение космического тела и высотный ядерный взрыв), такие явления производят одинаковые эффекты (механический и тепловой) на поверхности Земли.

ре. Раздробленное тело некоторое время сохраняет форму, а затем начинает расплющиваться. Но поверхность жидкой капли неустойчива, поэтому тело изменяет свою форму и дробится на отдельные части непредсказуемым образом, принимая заостренный или плохообтекаемый вид. Затем фрагменты разлетаются, плавятся и испаряются. После того как основная часть тела *испарится*, струя паров и осколков тормозится в атмосфере. Большая скорость преобразования кинетической энергии пара в тепловую и кинетическую энергию воздуха на коротком участке траектории создает *взрыв*. Струя паров играет роль разлетающихся продуктов взрыва, аналогичных химическим взрывчатым веществам. Когда пары теряют скорость и останавливаются, ударная волна продолжает двигаться вперед и через некоторое время достигает поверхности Земли.

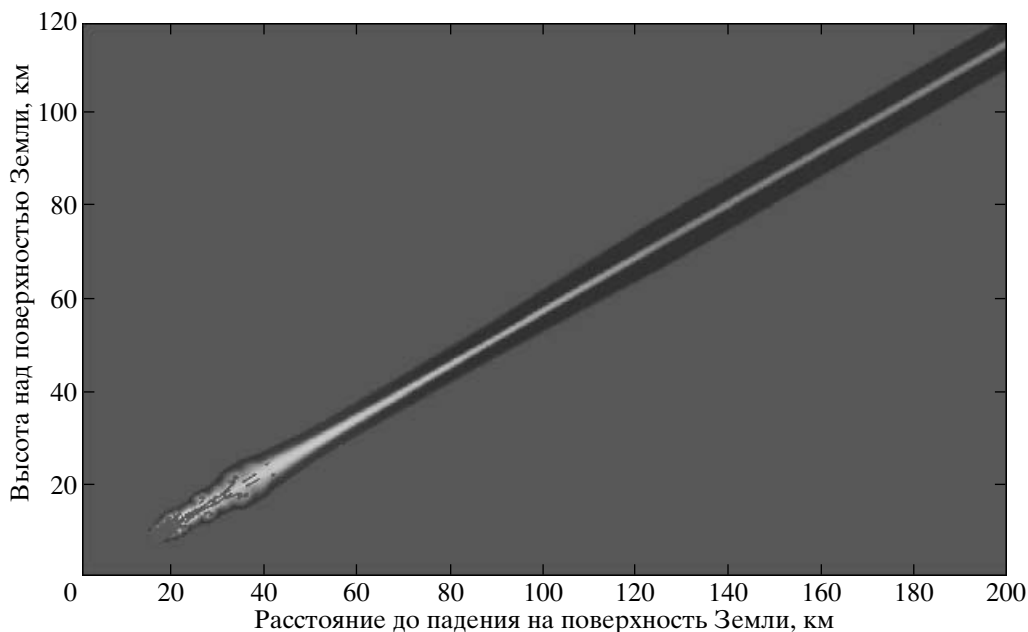
Удалось выявить и некоторые специфические особенности. Во-первых, конечная высота, на которой космическое тело определенного размера и плотности полностью тормозится и происходит *взрывное выделение энергии*, не может быть однозначно определена из-за развития неустойчивостей. Высота, на которой происходит взрыв, может изменяться в преде-

лах нескольких километров в зависимости от изменения формы тела. Во-вторых, высота взрыва существенно зависит от размера тела, угла входа в атмосферу и скорости. Несмотря на то, что температура за головной ударной волной перед телом выше для больших скоростей, тепловое излучение, которое действует на твердый фрагмент, испускается окружающим его газом. Таким образом, действующий на фрагменты поток излучения изменяется в узких пределах, а время испарения мало зависит от скорости тела. Торможение зависит в основном от массы тела.

Компьютерное моделирование показало, что *ледяное тело* (астероид или комета) диаметром 50–100 м может произвести взрыв в атмосфере на высотах 5–10 км, механический эффект которого соответствует Тунгусской катастрофе. Углы входа в атмосферу лежат в пределах 30° – 45° к горизонтالي. Варианты с большими углами дают слишком низкие высоты взрыва, а траектории с малыми углами приводят к чересчур большим высотам торможения. Во всех случаях тело полностью испаряется и вероятность падения метеорита очень мала. Исследования области пожара и ожога деревьев позволили оценить, какими были по-



Модели основных стадий падения Тунгусского космического тела в атмосфере: 1) изменение формы раздробленного тела, 2) расплющивание, 3) превращение в пар и отдельные фрагменты, 4) движение и торможение струи из паров и воздуха, 5) полное торможение струи – начало взрыва. Расчет сделан для каменного сферического тела диаметром 60 км, вошедшего в атмосферу со скоростью 20 км/с под углом 45° . Голубой цвет показывает плотность воздуха (чем темнее тон, тем она выше), красный – тело и его фрагменты, светло-коричневый – пары.



токи излучения после Тунгусского взрыва. Расчеты показали, что соответствующее наблюдениям тепловое воздействие возможно только при видимости в атмосфере на 20–40 км. Такая видимость свойственна хорошей погоде, которая, по всей вероятности, стояла в тот момент на Тунгуске.

С помощью численного моделирования были определены параметры ТКТ, но не удалось провести различие между каменным астероидом и ядром кометы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ОБЛАКА ПАРА В АТМОСФЕРЕ

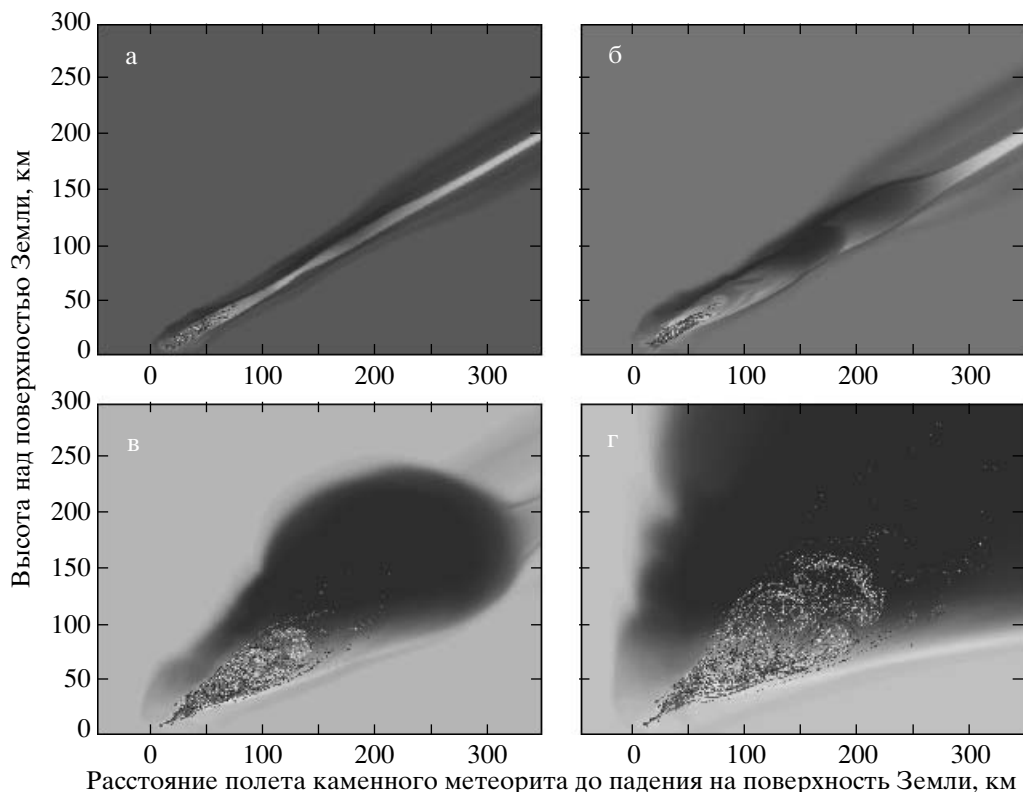
После торможения испаренного космического тела на определенных высотах остается облако пара, перемешанного с горячим воздухом. Оно охлаждается за счет излучения и рас-

ширения, пар конденсируется. После подрыва мощного ядерного заряда на высотах 5–10 км нагретый воздух (*огненный шар*) всплывает вертикально под действием силы Архимеда и останавливается на некоторой высоте, зависящей от энергии взрыва. Когда космическое тело летит в атмосфере, оно оставляет след – вытянутую область пониженной плотности и повышенной температуры. За мелкими метеорными телами след довольно быстро турбулизуется, и его плотность становится близкой к плотности окружающего воздуха. При падении крупных тел, таких как ТКТ, след значительно шире – около 1 км и более, он не успевает перемешаться с воздухом. Нагретый газ после взрыва движется не вверх, а ускоряется вдоль разреженного следа. Расширяющиеся

Модель газовой струи Тунгусского космического тела. Во время полета болида в атмосфере остается след – канал пониженной плотности, вдоль которого после полного торможения испаренного метеороида происходит выброс вещества.

газ и пары с конденсированными частицами вылетают вверх на сотни километров со скоростью несколько километров в секунду, а затем движутся по баллистическим траекториям в разреженной атмосфере. Такой выброс газа и частиц вдоль следа часто называют *плюмом*.

Частицы плюма размерами 1–100 мкм подхватываются движущимся вверх газом в плюме, часть их падает и за несколько часов 100-мкм частицы оседают в эпицентре. Частицы размером 1–10 микрон в ос-



Модель плюма, образованного при торможении Тунгусского космического тела. Вариант расчета гипотетического каменного метеороида, падающего на Землю со скоростью 20 км/с под углом 30°. Фазы даны в зависимости от прошедшего времени входа метеороида в атмосферу: а) 20 с, б) 40 с, в) 60 с, г) 90 с. Плотный газ из нижних слоев атмосферы движется сначала вдоль следа, а затем расширяется вверх. Показаны частицы конденсата разных размеров: желтым цветом – 1 мкм, зеленым – 10 мкм, темно-синим – 100 мкм, красным – 1 мм.

новном движутся вверх вдоль следа. При угле падения 45° они ускоряются в течение 1 мин и через 2 мин достигают высоты 500 км. Затем частицы

плюма устремляются вниз и через несколько минут тормозятся в верхних слоях атмосферы, подобно микрометеоритам. Множество 10-мкм частиц через несколько часов концентрируется на высотах 30–50 км, а огромное количество более мелких частиц рассеивается в атмосфере на высотах выше 100 км. Дальнейшая судьба конденсата зависит от ветров.

Зональные ветры в нижней термосфере могут быть достаточно сильными и устойчивыми, а их скорость может быть более 100 м/с. Скорее всего, микрочастицы сконденсировавшегося вещества ТКТ могли распространиться над обширной территорией Европы, к ночи достигнув

Англии. Таким образом, наблюдаемый после Тунгусского события эффект светлых сумерек и ночей, вероятно, был вызван большим количеством микрочастиц, рассеянных в мезосфере и термосфере, которые освещались Солнцем и рассеивали свет. Эти явления начались в ночь с 30 июня на 1 июля 1908 г., их наблюдали на территории от Енисея до Атлантики. Оптические аномалии, по-видимому, были вызваны возмущениями в тропосфере, стратосфере и мезосфере.

Распространение пыли в стратосферу и тропосферу могло происходить за счет осаднения.

Геомагнитный эффект возник, возможно, из-за

попадания сконденсированных частиц плюма в ионосферу. Примерно через 6 мин после взрыва на Иркутской обсерватории были зарегистрированы изменения геомагнитного поля (до десятков нТл), длившиеся 4 ч. Возмущение токовых систем в ионосфере, генерирующих геомагнитные возмущения, может объясняться нагревом воздуха и изменением его проводимости, но для этого надо нагреть большой объем ионосферы. Сильный нагрев на расстоянии до 1 тыс. км от эпицентра взрыва ТКТ мог сделать плюм. Задержка начала геомагнитного эффекта зависела от времени полета частиц над ионосферой и составляла несколько минут. Ядерные взрывы также создают геомагнитные возмущения, но в этом случае механизм их генерации иной. Возмущения геомагнитного поля регистрировались и при пусках ракет, но механизм их воздействия на ионосферу не изучен.

ВСЕ ЛИ СТАЛО ПОНЯТНО?

До сих пор мы рассматривали лишь неопровержимые факты, связанные с Тунгусским явлением. Но существуют другие данные, интерпретация которых вызывает споры: показания очевидцев, найденное вещество, термолуминесцентная аномалия, магнитная аномалия, электрические явления, биологические изменения.

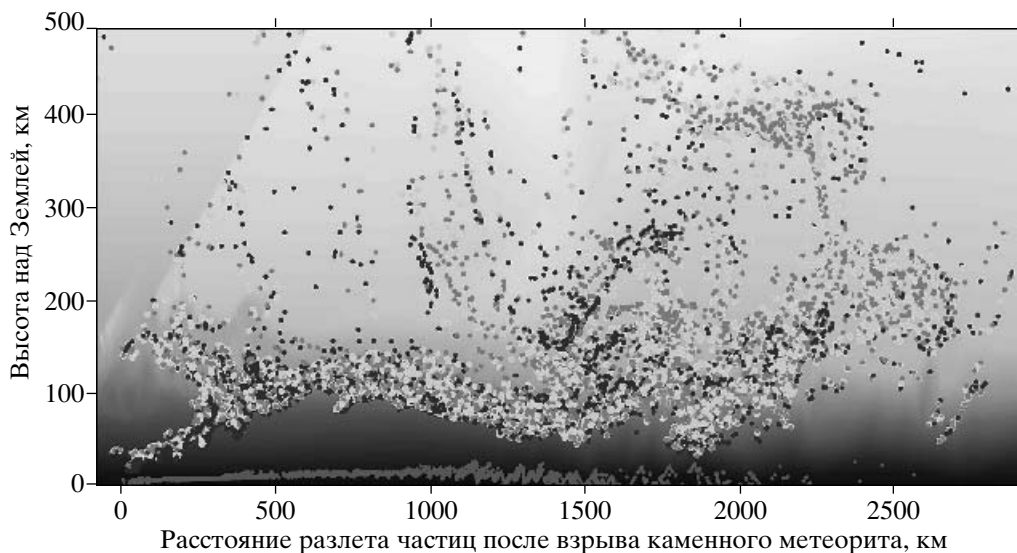
Показания очевидцев падений метеорных тел всегда противоречивы, а в

случае Тунгусского события многие свидетели были опрошены лишь спустя десятилетия после катастрофы. Тем не менее выяснилось, что они видели движущийся светящийся объект, даже определили направление и траекторию полета болида. Очевидно, что на расстояниях от эпицентра в сотни километров наблюдатели могли видеть лишь освещенные Солнцем микрочастицы, выброшенные плюмом в верхние слои атмосферы. До разработки концепции плюма считалось, что очевидцы могли наблюдать лишь болид, и это вызывало противоречия. Например, на основании наблюдений очевидца из Бодайбо (775 км от эпицентра) сообщалось об угле падения 5° , что не соответствует теоретическим моделям (30° – 45°). Некоторые исследователи рассматривали также изменение направления движения тела в атмосфере, что невозможно для столь массивного тела. Представления о выбросах конденсата на сотни километров позволили разрешить эти противоречия.

Один из главных вопросов: ТКТ было мини-кометой или каменным телом (обыкновенный хондрит, углистый хондрит, ахондрит)? Математическое моделирование не дает ответа на этот вопрос, так как физические эффекты при падении комет и астероидов одинаковы. ТКТ полностью испарилось, и его фрагменты, несмотря на интенсивные поиски, не найдены. Оставшаяся часть *микрочастиц конден-*

сата рассеялась в окрестностях эпицентра, они могли осесть на грунт и растения. При изучении многочисленных проб почв из района эпицентра найдено много *магнетитовых и силикатных шариков*, ничем не отличавшихся от найденных в других районах. Кроме того, в окрестности эпицентра в смоле колец нескольких исследованных деревьев обнаружены микрочастицы разного состава, причем их концентрация имела значительный пик в кольцах 1908 г. Пики концентраций некоторых элементов найдены и в торфе, возможно, что микрочастицы – это вещество ТКТ.

Из исследований катастрофных слоев торфа (см. статью Е.М. Колесникова в этом номере) напрашивается вывод, что минеральной компоненты в ТКТ было очень мало, а основную часть его массы составляли углеродсодержащие соединения. Это противоречит сформировавшимся представлениям о кометах, согласно которым в них велико содержание воды и пыли – десятки процентов. Только при наличии множества пылевых частиц могли возникнуть наблюдавшиеся аномальные атмосферные явления. С другой стороны, согласно физико-математическим моделям ядро кометы испаряется еще быстрее, чем каменные тела, не достигая поверхности. Если ТКТ – астероид с большим содержанием чистого углерода, например в виде включений графита, то высокие температуры



Модель разлета частиц конденсата в атмосфере, распространившегося через 10 мин после взрыва гипотетического каменного метеороида диаметром 80 м, падавшего на Землю под углом 30°. Частицы размером 1 мм (красного цвета) оседают на поверхности Земли, в то время как частицы размером менее 10 мкм остаются на высотах более 100 км. В данный момент все частицы падают и, тормозясь в ионосфере, вызывают ее нагрев. Они освещались Солнцем, и их могли наблюдать жители Сибири.

испарения графита могли обеспечить его осаждение, особенно в случае низких скоростей, и вызвать пики концентрации углерода в торфе.

В районе Тунгусского взрыва в образцах породы и минеральной фракции почв исследовалась *термолюминесценция* (свечение минерала при нагреве за счет энергии, запасенной за время его существо-

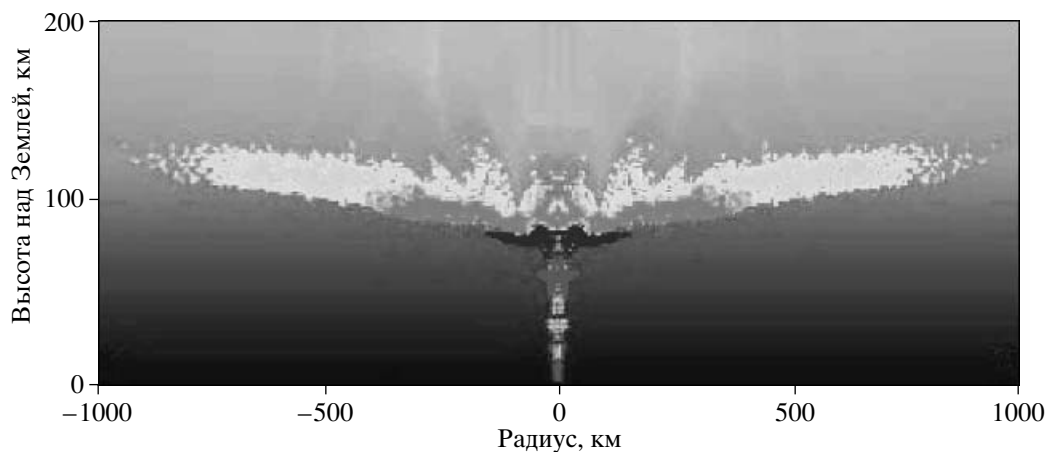
вания). Статистическая обработка результатов показала, что в среднем уровень термолюминесценции понижен в радиусе 6 км и повышен в радиусе 15 км от эпицентра. Неясно, как повлияло на полученные результаты перемешивание грунта при вывале леса. Для окончательных выводов статистики пока недостаточно.

В эпицентре Тунгусского взрыва исследовались *магнитные свойства почвы* — измерялись остаточная намагниченность и магнитная восприимчивость. Так как вектор остаточной намагниченности изменялся, то результаты усреднялись. Внутри области вывала леса исследователи получили аномальное отклонение усредненных значений от фоновых. Эффект пытались объяснить выпадением ферромагнитного материала, но геохимический анализ образцов не проводился. В дальнейшем выяснилось, что образцы

почв существенно изменяли свои магнитные свойства при хранении и транспортировке. Изучение магнитной аномалии прекратили, а ее существование поставили под сомнение. Контрольные измерения показали, что векторы намагниченности почвы распределены хаотично и нет ее перемагниченности. Поэтому до сих пор неизвестно, существовала ли магнитная аномалия.

Некоторые очевидцы Тунгусского события сообщали, что видели *молнии*. Молнии неоднократно наблюдались при извержениях вулканов и взрывах. Исследования привели к выводу, что к таким эффектам может приводить электризация пыли, но применительно к Тунгусскому событию электрические явления практически не изучались.

Биологические исследования в районе Тунгусской катастрофы показали, что на расстояниях до 20 км от



эпицентра у сосен часто встречается повышенное количество треххвойных пучков. Также было установлено, что деревья в районе вывала леса растут быстрее, чем в окружающей тайге. Специалисты заключают, что треххвойные пучки наблюдаются у сосен, растущих на месте старых гарей или вырубок леса. А ускоренный прирост деревьев вполне объясним осветлением леса в зоне вывала, лучшим прогреванием почвы, дополнительным удобрением почвы продуктами пожара. Генетических исследований не проводилось.

В целом каких-то необъяснимых эффектов, связанных с Тунгусской катастрофой, не обнаружено, кроме магнитной аномалии, если она существует.

ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО

Тунгусское событие уникально. Как следует из распределения ударных кратеров на Луне, наблюдений за болидами и астрономических данных, падения таких крупных тел, вы-

деляющих при взрыве столь огромную энергию, происходят в среднем раз в 300–1000 лет. Поэтому, естественно, хотелось бы выяснить детали этого явления. Дало ли нам изучение Тунгусской катастрофы представление о каких-либо новых процессах? Отчасти наоборот, исследователям помогали знания об ударных волнах, излучении, сейсмическом эффекте ядерных взрывов. Важным результатом исследования ударных процессов стало понимание того, что относительно крупные каменные астероиды полностью задерживаются атмосферой и не образуют кратеров. Например, для вычислений глубины проникания фрагментов кометы Шумейкеров–Леви 9 в атмосферу Юпитера успешно применялись модели падения ТКТ. Плюмы, образованные падением кометы, аналогичные Тунгусскому событию, наблюдались на Юпитере. Тунгусские модели сопоставлялись с характеристиками более мелких метеорных тел, падающих на

Модель распределения частиц конденсата в атмосфере через 20 мин после вертикального падения гипотетического каменного астероида диаметром 40 м со скоростью 20 км/с. В этот момент частицы конденсата затормозились на высоте около 100 км и очень медленно оседают. Будучи подхваченными ионосферным ветром, они могут распространиться в атмосфере на тысячи километров.

Землю, а также с кометами семейства Крейца, падающими на Солнце. Таким образом, мы изучаем класс ударных явлений, позволяющих лучше понять свойства космических тел и устройство Солнечной системы.

Очевидно, что катастрофы, подобные Тунгусской, опасны для жителей Земли. Помимо механического и теплового воздействия, которое может разрушить крупный город, выброс частиц в ближний космос и ионосферные возмущения могут быть опасными для космических аппаратов, систем связи и радиолока-

ции. В настоящее время тела размером 100 м и более представляют реальную угрозу для человечества, поэтому их выявляют и каталогизируют (Земля и

Вселенная, 2003, № 2). Кометы с ядрами диаметром 50–100 м до сих пор не наблюдались. Наименьшая из зарегистрированных комет имела диаметр 400 м.

Если мини-кометы существуют, необходимо знать их свойства. С этой точки зрения Тунгусское явление заслуживает глубокого изучения.

Информация

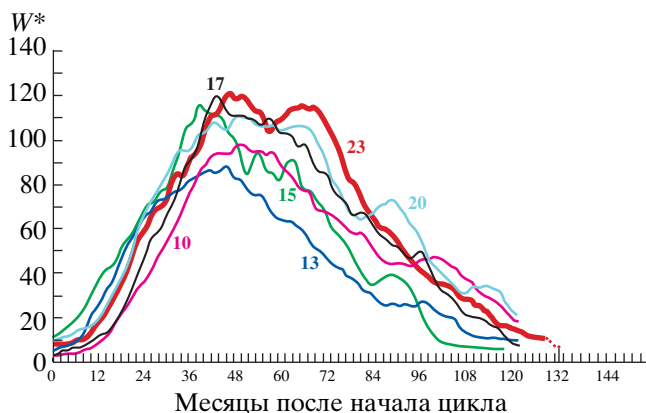
Солнце в декабре 2007 г. – январе 2008 г.

В конце 2007 г. и в начале 2008 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на уровне, характерном для фазы глубокого минимума: 36 дней этого периода на видимом диске нашей звезды пятен не было. Однако в первые три недели декабря наблюдался подъем солнечной активности. Максимум текущего солнечного цикла наступил в апреле 2000 г. ($W_{\max}^* = 121.7$, $F_{10\text{ см}}^* = 181$), вторичный максимум – в ноябре 2001 г. ($W^* = 115.6$, $F_{10\text{ см}}^* = 193.6$). Текущие среднемесячные значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{дек.}} = 10.1$ и $W_{\text{январ.}} = 03.4$. Сглаженные за 13 месяцев значения относительного числа солнечных пятен за июнь и июль 2007 г. ($W^* = 7.7$, 7.0 соответственно) продолжают монотонно уменьшаться, говоря о том, что 23-й цикл солнечной активности продолжается. Месяц начала нового, 24-го цикла солнечной активности будет зафиксирован с момента реального подъема этих значений. По мнению амери-

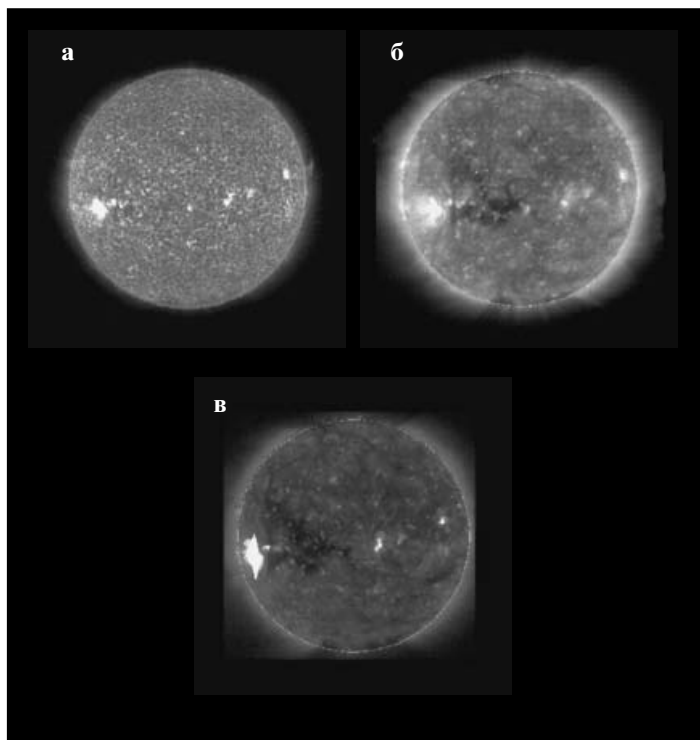
канских исследователей, это произойдет в январе 2008 г., по мнению автора, минимум текущего цикла наступил в сентябре–октябре 2007 г.

Пятнообразовательная активность Солнца в **декабре 2007 г.** была на низком уровне до 18 декабря, потом на видимом диске Солнца пятен не было. В этом месяце можно было наблюдать одну-две группы пятен, большая (в Южном полушарии) из которых 12–15 декабря достигла среднего размера. Всего за месяц на видимом диске Солнца зафиксировано три группы пятен. Максимальное относительное число пятен отмечено 13 декабря со значением $W = 30$. Наибольшая всплывчатая активность 6–7 декабря бы-

ла связана с упомянутой выше группой солнечных пятен, когда она выходила из-за восточного лимба. В эти дни произошли довольно необычные солнечные вспышки: они были большими в оптическом диапазоне (балл 2F) и очень малыми в диапазоне мягкого рентгена (рентгеновский балл A). Напомним, что оптический балл солнечных вспышек определяется по площади излучения вспышки в линии водорода H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$) и субъективной оценки яркости: F – слабая. Рентгеновский балл представляет собой поток рентгеновского излучения в диапазоне 12.5–1 кэВ (1–8 $\text{\AA}$) в максимуме развития солнечной вспышки. Балл A соответствует потоку в 10^{-8} Вт/м^2 ,

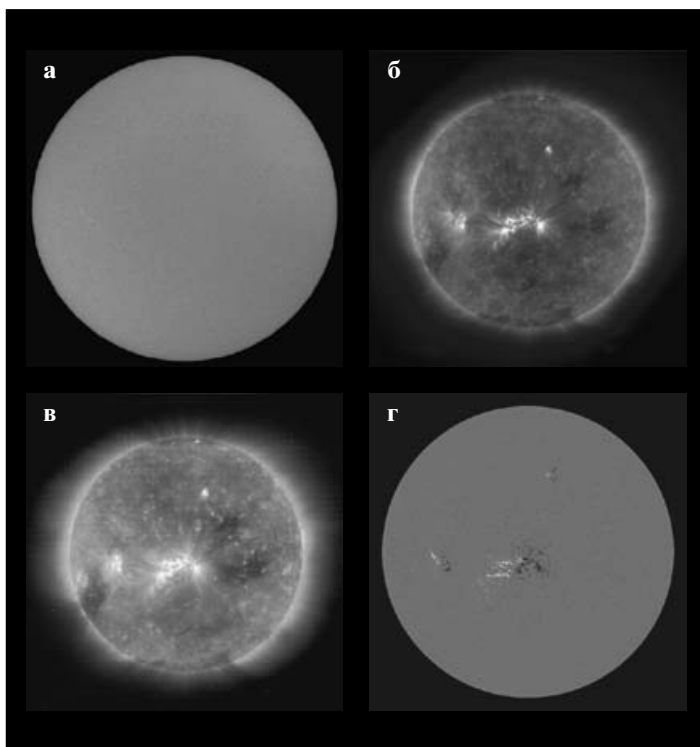


Ход развития (133 месяца) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

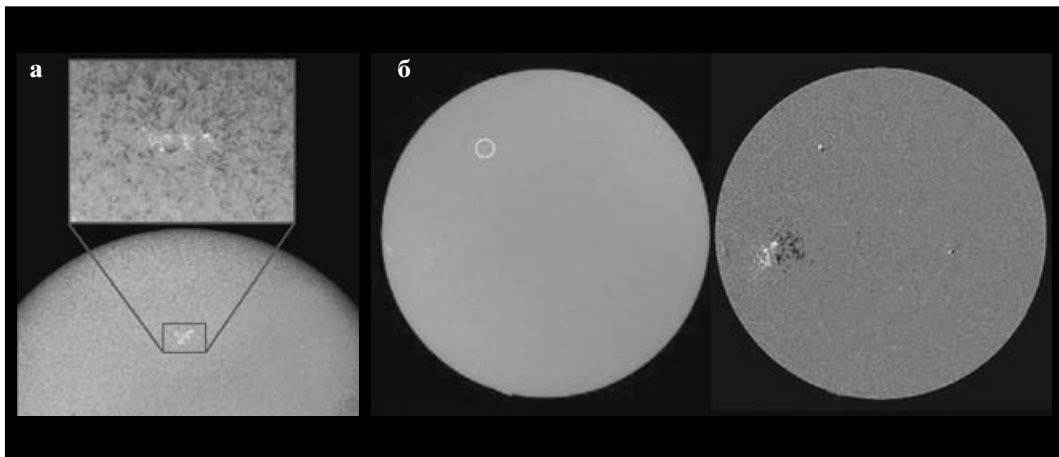


Вид Солнца 8 декабря 2007 г.: а, б – в линиях крайнего ультрафиолета $\lambda = 304 \text{ \AA}$ и $195 \text{ \AA}$ (космическая обсерватория “SOHO”); в – в диапазоне мягкого рентгеновского излучения (космическая обсерватория “Hinode”, рентгеновский телескоп XRT; <http://www.spaceweather.com>).

что почти в 200 тыс. раз меньше, чем самые мощные вспышки на Солнце. За 4 ч в данной активной области произошло три вспышки, две балла 2F и одна – 1F. Еще одна вспышка, балла C4.5/1F, произошла 13 декабря в той же активной области. По рентгеновскому баллу эта вспышка была в 10 раз мощнее первых, и произошла она на долготу наибольшего влияния на Землю. Возмущение от нее достигло околоземного космического пространства в начале суток 17 декабря и вызвало малую магнитную бурю, единственную в этом месяце. Еще три вспышки рентгеновского балла C наблюдались 17, 30 и 31 декабря. Последние вспышки произошли в той же активной области, но когда



Вид Солнца 7 января 2008 г.: а – в белом свете (непрерывном спектре); б, в – в линиях крайнего ультрафиолета $\lambda = 171 \text{ \AA}$ и $195 \text{ \AA}$ (фото “SOHO”); г – магнитное поле на поверхности Солнца, белым обозначены области положительной полярности (S), черным – отрицательной полярности (N), стрелкой указана активная область нового, 24-го цикла, ведущая магнитная полярность которой (N) такая же, как и у активных областей старого, 23-го цикла в Южном полушарии (<http://www.sec.noaa.gov>).



Активные области нового, 24-го цикла солнечной активности: а – беспятенная активная область 18 декабря 2007 г. в самой сильной спектральной линии водорода видимого диапазона спектра Солнца H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$; во врезке крупно показана область возмущения); б – первая группа солнечных пятен нового, 24-го цикла солнечной активности 4 января 2008 г. в белом свете (слева; кружком показана область с пятнами) и в магнитном поле (справа; N – отрицательная полярность, S – положительная полярность).

она выходила из-за восточного лимба во втором обороте. Всего за декабрь отмечено 3 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах 15 сут регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В январе 2008 г. пятнообразовательная активность достаточно резко снизилась: всего 8 сут на видимом диске Солнца последовательно наблюдались две небольшие группы солнечных пятен. В Южном полушарии на втором обороте из-за восточного лимба вышла группа пятен, в которой 2 января произошла единственная значимая солнечная вспышка рентгеновского балла C. А в Северном полушарии 4 января на широте 30° появилась первая группа солнечных пятен следующего, 24-го солнечного цикла. Она просуществовала всего 4 сут, и уже с 9 января до конца месяца на Солнце пятен не было. Максимальное относительное число пятен наблюдалось 4 января – $W = 12$. Вспышечная активность была на очень низком уровне.

На коронографе солнечной космической обсерватории “SOHO” наблюдался один выброс коронального вещества, источник которого находился на невидимой стороне Солнца, это был выброс солнечного волокна. Возмущенная геомагнитная обстановка зарегистрирована только 4 января, когда возникла малая магнитная буря. На геостационарных орбитах 23 сут отмечался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно узнать в Интернете по адресу: <http://www.izmiran.ru/space/solar/forecast>.

Страница обновляется каждый понедельник.

В.И. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Постараемся увлечь детей астрономией

Уже несколько лет на глазах российской общественности, в том числе астрономической (!), астрономию исключают из перечня обязательных школьных предметов, освобождая место в учебном плане для ряда других предметов, надо думать более важных для образования и воспитания учащихся. Из содержания школьного образования просто выхолащивается одна из самых интересных для учащихся составляющая. Едва ли подобное реформирование школьного образования повысит интерес школьников к учебе.

В некоторой степени положение можно улучшить, распространяя в школе факультативы для учащихся не только старших, но и младших классов. Разумеется, факультативные курсы должны разрабатываться с учетом возрастных особенностей школьников. Исключительно важно попытаться увлечь астрономией млад-



ших школьников. Им, как показывает опыт, очень нравится, например, “сказочная астрономия”, ведущая “через сказку к науке”.

В 2008 г. издательство “Просвещение” выпустило книгу *Е.П. Левитана* **“Путешествия по Вселенной”**. Вместе с ее героями юные читатели полетают на комете по Солнечной системе, побывают на вне-солнечной Планете Роботов и даже совершат путешествие в прошлое и будущее. Книга завершает комплект книжек автора для младших школьников. Его составляющие – трилогия по занимательной астрономии (Земля и Вселенная, 1999, № 5, с. 92), серия из десяти книжек “Астрономия для умных детей” (Земля и Вселенная, 2007, № 6, с. 63) и,

наконец, упомянутая выше новая книга.

Перечисленные книги, как и произведения других авторов, помогут родителям и учителям заинтересовать детей наукой о Вселенной. В школе такую работу можно проводить, в частности, в рамках имеющихся примерных программ факультативов (см., например, Земля и Вселенная, 2004, № 5). Основываясь на них, в средних и старших классах можно постепенно углублять интерес, возникающий хотя бы у наиболее любознательных детей. Учителям, преподающим географию, естествознание и физику, окажутся полезными элементы астрономии, включенные в данные предметы, а также программы соответствующих факультативов. Программы неоднократно публиковались. Некоторые из них приведены в Приложениях к книге “Вселенная школьника XXI века” (Земля и Вселенная, 2008, № 1, с. 25). Сказанное актуально в связи с тем, что в обозримом будущем интерес учащихся к астрономии удастся удовлетворять в основном на внеклассных и внешкольных занятиях, то есть, по сути, в системе дополнительного образования.

Взрыв ядра кометы

Е. М. КОЛЕСНИКОВ,
кандидат технических наук
Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

В торфе из района Тунгусского взрыва 1908 г. на глубине катастрофического слоя обнаружены аномалии в изотопном составе элементов С, Н и N, а также присутствие “мертвого” углерода, свидетельствующие о космическом происхождении Тунгусского тела. Эти эффекты сопровождаются резким увеличением содержания иридия, других платиноидов, а также летучих элементов, что говорит о кометном источнике законсервированного в торфе вещества. Таким образом, впервые на Земле обнаружено присутствие кометного вещества, причем Тунгусская комета содержала очень мало пыли.

ПОИСКИ ВЕЩЕСТВА ЯДРА
КОМЕТЫ

Взрыв Тунгусского космического тела (ТКТ) 30 июня 1908 г. вызвал гигантские разрушения в сибирской тайге. Его энергия в две тысячи раз превысила мощность взрыва атомной бомбы, сброшенной на



Хиросиму, и могла уничтожить мегаполис. По одной из гипотез, в атмосферу нашей планеты влетело кометное ядро, состоящее из конгломерата льдов летучих соединений Н, С, N, О и минеральной пыли. Но такие же элементы содержатся в почве и растениях, вот почему так трудно было обнаружить следы выпадения вещества ТКТ. При взрыве вода, CO_2 , углеводороды, другие легкие соединения испарились и рассеялись на большой территории. Они могли лишь частично выпасть в эпицентре взрыва в виде

дождя, тяжелых органических соединений и пылевых частиц. По нашим данным, ТКТ содержало очень мало пыли (не более 0.1–1%) в отличие, например, от кометы Галлея, где пыль составляет около 40%. Это главная причина, из-за которой долго не удавалось найти вещество ТКТ в торфах, а тем более в почвах района катастрофы. Кометные пылевые частицы по химическому составу близки к углистым хондридам, редкому типу метеоритов – остатков первичного вещества Солнечной системы. По данным АМС “Вега” и “Джотто”, размер пылевых частиц кометы Галлея всего около 0.5 мкм (Земля и Вселенная, 1986, № 6).

В экспедициях АН СССР, работавших на месте Тунгусской катастрофы в 1961–1962 гг., были выделены из почв магнетитовые шарики размером от десяти до сотен микрон. Они оказались обогащенными Ni и Co и, несомненно, имеют космическое происхождение. Однако не представляется возможным до-



Е.М. Колесников вырубает пробы торфа в вечной мерзлоте в районе Тунгусской катастрофы. Июль 1999 г. Фото Романо Серра.

казать их связь с веществом ТКТ, поскольку они встречаются в почвах любых районов Земли. Это продукты разрушения метеоритов в атмосфере. Поэтому не имеет смысла искать вещество ТКТ в почве. Гораздо более продуктивными могут оказаться поиски в верховых торфяниках *Sphagnum fuscum*, распространенных в этом районе Сибири. Торфяники получают минеральное питание только с аэрозолями воздуха, поэтому они хорошие естественные концентраторы земной и космической пыли. Место Тунгусской катастрофы находится в зоне вечной мерзлоты, так что даже в середине жаркого лета мерзлота оттаивает лишь на глубину 40–45 см. Чтобы взять образцы торфа по всей глубине колонки, приходится вырубать ее топорами.

Вначале в одной из колонок торфа из эпицентра взрыва мы обнаружили резкое увеличение содержания некоторых химиче-

ских элементов. Чтобы доказать космическое происхождение этой аномалии, мы проанализировали изотопный состав свинца в слое, относящемся к 1908 г. Оказалось, что изотопный состав свинца в данном слое отличается от остальных слоев торфа, не испытывавших воздействия взрыва, а также от почв, трап-пов и золы деревьев на месте катастрофы. К сожалению, точное место отбора этой уникальной колонки было потеряно, в других же колонках обогащение веществом ТКТ не обнаружили. Кроме того, большая трудоемкость анализа свинца заставила нас искать более удобные критерии.

ИЗОТОПНЫЕ АНОМАЛИИ В ТОРФЕ

Мы предложили фиксировать присутствие вещества ТКТ в торфе по изменению изотопного состава наиболее распространенных в кометах легких эле-

ментов, так как он отличается от изотопного состава тех же элементов в земных объектах. Можно выявить следы вещества ТКТ в торфе, отбирая колонки такой глубины, чтобы они заведомо включали катастрофный слой мха. Далее колонку торфа разрезали на слои, очищали их от других растений и анализировали изотопный состав углерода, водорода и азота, то есть тех элементов, которые в изобилии представлены в кометах.

Как и ожидалось, в слоях некоторых колонок торфа из эпицентра взрыва обнаружили изотопные сдвиги у водорода и углерода. Дальнейшие исследования, проведенные совместно с сотрудниками Лейпцигского университета (ФРГ), позволили определить места, обогащенные веществом ТКТ. В контрольных колонках того же типа торфа с севера Томской области (около 1 тыс. км от Тунгуски) и в 70 км к югу от эпицентра у пос. Ванавара изотопные сдвиги отсутствовали, включая слой, выросший в 1908 г. Выяснилось, что вещество ТКТ выпадало на местность не равномерным слоем, а отдельными пятнами.

Для пяти колонок из эпицентра взрыва сдвиги в изотопном составе оказались у углерода до +4.3% (промилль равен 0.1%;

Руководители Тунгусской экспедиции 1988 г. (КСЭ-30): академик Н.В. Васильев, профессор Г.Ф. Плеханов и кандидат технических наук Е.М. Колесников. Фото В.А. Ромейко.

± означает сдвиг относительно международного стандарта изотопного состава элемента), у водорода до -150% . В изотопной геохимии за нулевой, или стандартный, уровень изотопного состава углерода (соотношение стабильных изотопов ^{12}C и ^{13}C) принят состав ископаемой древесины сосны, при этом растения и торф находятся в одном диапазоне — от -20% до -30% . Для водорода за стандартный уровень изотопного состава (отношение водорода к дейтерию) берется, в частности, изотопный состав океанической воды. Изотопный состав водорода в обычных слоях торфа находится в пределах от -115% до -125% , в катастрофных слоях — до -150% (уменьшается доля дейтерия). Обнаруженный положительный изотопный сдвиг у углерода — до $+4.3\%$ — весьма значителен. Разнополярные сдвиги изотопного состава у углерода и водорода не могут быть объяснены климатическими изменениями или другими земными причинами.

В контрольных образцах торфяников в Томской области и образцах торфа, взятых у пос. Ванавара, мы не обнаружили значительных колебаний в изотопном составе углерода. Среднее значение изотопного сдви-



га у углерода -27.4% для всех слоев, поэтому колонка у пос. Ванавара действительно контрольная при анализе изотопного состава углерода, так как там не выпадал углерод ТКТ. Изотопный сдвиг в слоях с глубины 45–65 см в районе катастрофы вызван, по всей вероятности, частичным вымыванием вещества ТКТ и его перераспределением в торфе до границы вечной мерзлоты летом 1908 г., где это вещество аккумулировалось. Торф на глубине 30–60 см, где изотопный сдвиг максимален, имеет пониженное содержание углерода (44%) по сравнению с его содержанием в нормальных слоях (46.1%), где изотопный сдвиг отсутствует. Это указывает на то, что законсервированное в торфе более тяжелое вещество ТКТ содержит меньше углерода, чем сам торф.

Чтобы выяснить, не связаны ли изотопные эффекты с проникновением в

торф материала от сгоревших во время катастрофы деревьев и торфяников, был исследован изотопный состав темных прослоек торфа. Выяснилось, что зола сгоревших деревьев и растительности повысила содержание углерода в торфе, но практически не изменила его изотопный состав. Наши исследования доказали, что изотопные сдвиги в торфе вызваны присутствием вещества ТКТ. Их космохимический характер подтверждается повышенным содержанием в тех же слоях иридия и других платиноидов — индикаторов присутствия космического вещества на Земле.

“МЕРТВЫЙ” УГЛЕРОД В ТОРФЕ

Помимо стабильных изотопов углерода ^{12}C и ^{13}C все наземные биологические объекты содержат радиоактивный изотоп углерода ^{14}C , который непрерывно образуется в атмосфере Земли из азота под

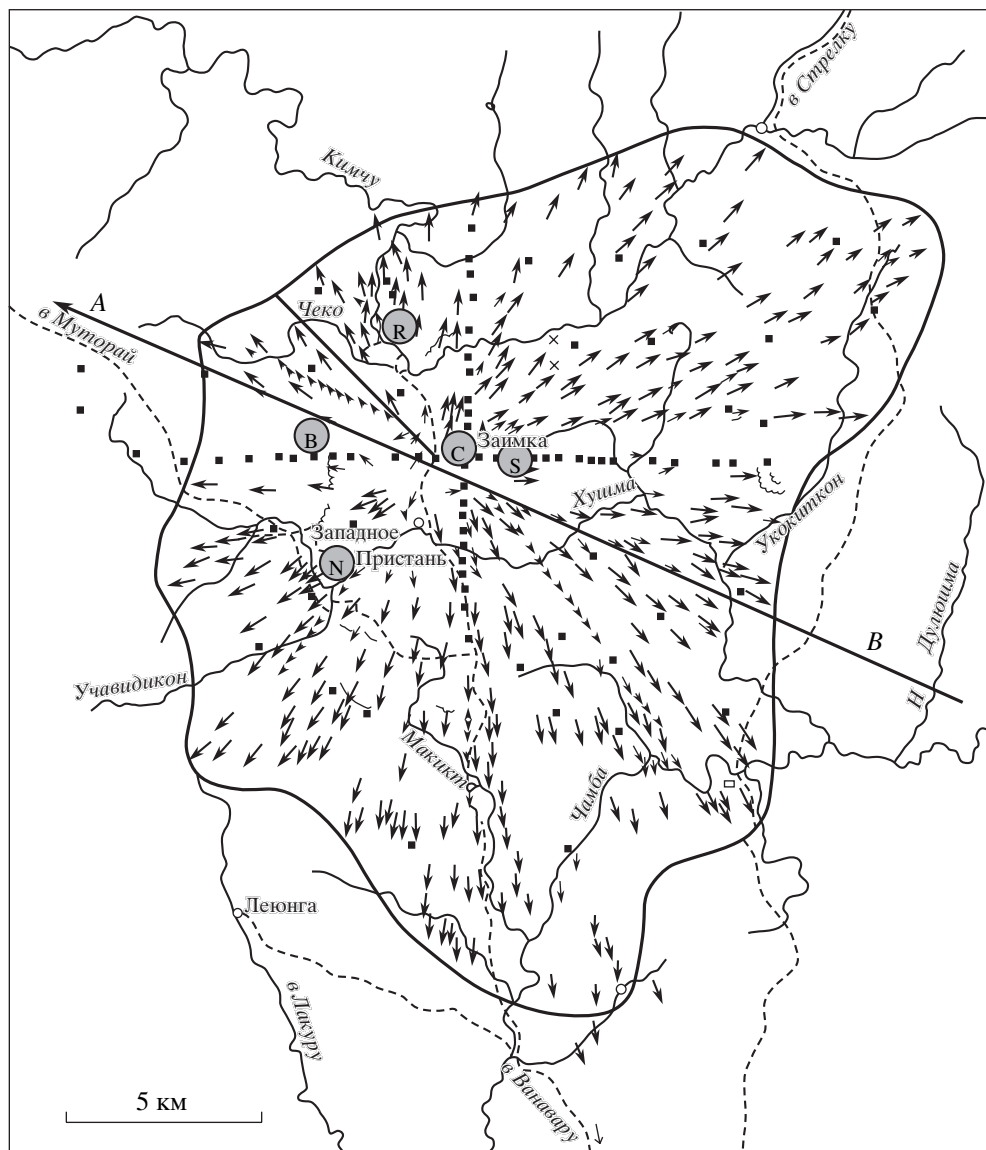


Схема вывала леса при взрыве ядра Тунгусской кометы в 1908 г. Указаны места отбора проб: В – Болото Бублик, R – Торфяник Ракетка, S – Южное болото, N – Прихушминский торфяник, С – Северный торфяник. А–В – траектория движения ТКТ.

действием космических лучей и затем включается в кругооборот углерода в природе.

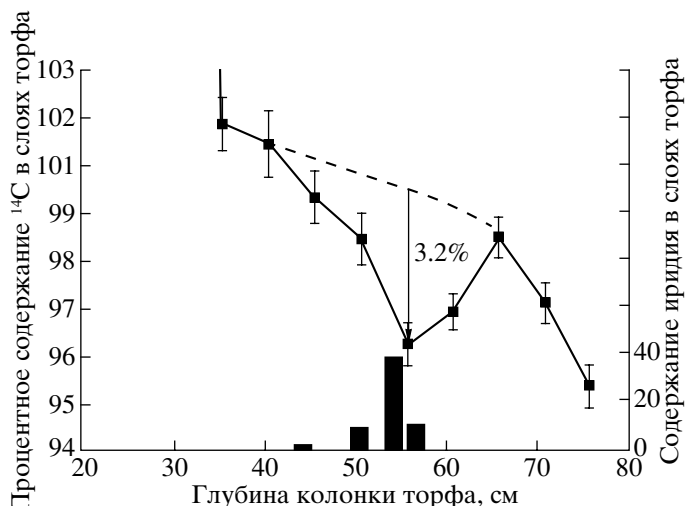
Радиоактивный ^{14}C образуется также в наружных слоях метеоритов и других космических объек-

тов. Однако при их движении в атмосфере Земли происходит сдувание (абляция) наружных слоев, и они лишаются ^{14}C . Древний углерод внутри небесных тел также остается без ^{14}C из-за его радиоактивного

распада (период полураспада 5700 лет). Поэтому углерод таких объектов называется “мертвым” (небиогенным). В слоях торфа, где наблюдались изотопные сдвиги, впервые надежно установлено при-

сутствие “мертвого” углерода. Попытки обнаружить “мертвый” углерод в торфах и деревьях района катастрофы ранее предпринимались неоднократно, но их результаты были не столь определенными.

Наблюдаемые в торфе изотопные сдвиги у стабильных изотопов углерода объясняются очень тяжелым изотопным составом космического углерода (от +50‰ до +60‰), резко отличного от земного. Такой изотопно-тяжелый углерод отсутствует не только на Земле, он не характерен и для обычных метеоритов (хондритов и ахондритов), встречаясь лишь в отдельных минеральных фазах углистых хондритов. Наблюдаемые изотопные сдвиги у углерода нельзя объяснить консервацией в торфе не только земного вещества, но и вещества обычных метеоритов и углистых хондритов из-за слишком низкого содержания иридия (Ir). Иридий – прекрасный индикатор присутствия космического вещества, так как его содержание в метеоритах примерно в 20 тыс. раз больше, чем в земных породах, например 460 ppb (460×10^{-9} г иридия на 1 г вещества углистых хондритов). Поэтому распыление большой массы вещества углистого хондрита (10^5 – 10^6 т) дало бы очень большие аномалии Ir в торфах на месте катастрофы, а также далеко за его пределами. Профессор К. Расмуссен (Радиоуглеродная лаборатория, Дания) с коллегами попытались обнаружить увеличе-



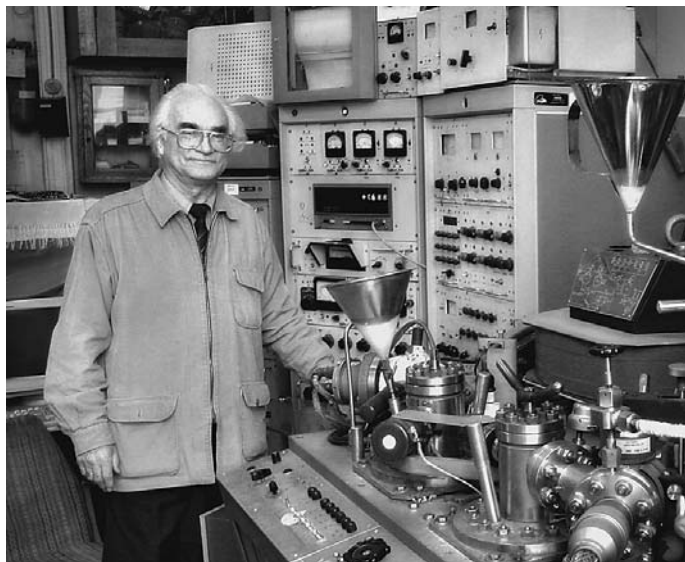
“Мертвый” углерод в слоях торфа из колонки Прихушминского торфяника и его корреляция с содержанием иридия. Пунктирной линией показано постепенное уменьшение содержания ^{14}C по глубине колонки торфа, сплошной линией – резкое снижение на 3.2% содержания ^{14}C в районе катастрофического слоя за счет присутствия “мертвого” космического углерода, совпадающего с пиком содержания иридия в том же слое. По данным К. Расмуссена.

ние содержания Ir и ряда других элементов в отложениях 1908 г. во льдах Гренландии (Земля и Вселенная, 1994, № 1). Пик содержания Ir отсутствовал, и был сделан вывод, что пылевая фракция ТКТ составляла менее 5% от общей массы взорвавшегося тела.

Пылевые частицы ТКТ близки по химическому составу к углистым хондритам типа CI и кометной пыли. Следовательно, наблюдаемые эффекты можно объяснить только консервацией в торфе материала кометного ядра с очень низким содержанием минеральной пыли, подобно комете Галлея. Ядро Тунгусской кометы представляло собой, по всей вероятности, почти чистый лед с примесями углеводоро-

дов и другого органического вещества. Такое утверждение согласуется с показаниями более чем 700 очевидцев, не заметивших дымного следа при пролете Тунгусского болида. Падение каменных и железных метеоритов сопровождается обычно дымный след.

Кроме “мертвого” углерода, указывающего на присутствие в торфе вещества ТКТ, в тех же слоях отмечено резкое увеличение содержания многих химических элементов. О космохимическом происхождении изотопных и элементных аномалий свидетельствует повышенная концентрация иридия и других элементов платиновой группы. Иридиевая аномалия на Тунгуске была впервые обнаружена нами в ко-



Е.М. Колесников в масс-спектральной изотопно-геохимической лаборатории Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Сентябрь 2007 г. Фото В.А. Ромейко.

лонке торфа из Южного болота. Содержание Ir в катастрофном слое составляло 17.2 ppt (17.2×10^{-12} г/г), что соответствует 735 ppt в минеральной части (золе торфа) и более чем в 35 раз превышает его среднюю концентрацию (20 ppt) в земной коре, надежно фиксируя космическое вещество в торфе. Позже мы обнаружили высокое содержание Ir (540 ppt) в одной из колонок Северного торфяника, которая в 30 раз превысила аномальное значение для Южного болота. В той же колонке был определен избыток Ni и Co – типичных метеоритных элементов. Корреляция содержания Ir, Ni, Co и близкое к неземному материалу отношение Ni/Ir примерно 5 тыс. указывают на общий источник обнаруженных аномалий – космическое вещество ТКТ.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТУНГУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА

К сожалению, очень трудно отделить изотопно-тяжелый космический углерод от углерода торфа. Кроме того, оказалось, что главная минеральная фракция, содержащая углерод, в углистых хондритах – карбонаты. Отделить же их нельзя, так как это приводит к разрушению карбонатов с выделением CO_2 . Две другие фазы с изотопно-тяжелым углеродом (графитизированный углерод и SiC) имеют очень низкую концентрацию в углистых хондритах, а значит, и в кометной пыли. Поэтому путь послойного изучения валового химического состава торфа для исследования химического состава ТКТ пока, на наш взгляд, остается главным.

На глубине катастрофного слоя торф оказался обогащенным Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Fe, Co и Ni, а также некоторыми элементами-примесями. Особенно резко повышенным было содержание легколетучих элементов, например щелочных металлов Li, Na, Rb, Cs, и ряда других летучих элементов – Cu, Zn, Ga, Br, Ag, Sn, Sb, Pb, Bi.

В катастрофных слоях эпицентра взрыва по сравнению с нормальными слоями торфа Na почти в 800 раз больше, а Si – в 120 раз. В веществе ТКТ они имеют самое высокое содержание: 11.0% Na и 10.6% Si, остальных элементов значительно меньше. Вещество ТКТ выпало на местность крайне неоднородно, выяснилось, что им очень богат *Прихушминский торфяник*. Избыток Na в веществе ТКТ коррелирует с двумя группами силикатных шариков (2.5% и 2.8% Na) и найден в трех крупных шариках (9.2%), выделенных из золы торфа. Помимо шариков, набор химических элементов с повышенной концентрацией соответствует составу частиц в смоле деревьев, их исследовала группа ученых под руководством профессора Дж. Лонго (Болонский университет, Италия).

По сравнению с обычными метеоритами сохранившееся в торфе вещество ТКТ обеднено Fe и другими сидерофильными элементами. В веществе ТКТ много натрия и кремния, которые обнаружены в спектрах некоторых комет, например кометы Икейя–Се-

ки. Увеличение концентрации ионов Na и Si наряду с увеличением содержания других элементов (Mg, K, Ca, Cr, Fe, Ni) зафиксировано после метеорного потока β -Таурид, с которым связывают падение ТКТ. В продуктах распада комет – микрочастицах (хондритовых пористых агрегатах), собираемых в верхних слоях атмосферы, – резко увеличена концентрация Cu, Zn, Ga, Sn, Bi и Br по сравнению с углистыми хондритами, что также коррелирует с полученными нами результатами.

СЛЕДЫ КИСЛОТНЫХ ДОЖДЕЙ

Во время поисков следов вещества ТКТ мы решили еще одну важную задачу. Путем послойного исследования содержания и изотопного состава азота в колонках торфа мы доказали, что пролет и взрыв Тунгусского болида вызвал в районе катастрофы обильные кислотные дожди, способствовавшие выпадению образовавшихся при взрыве аэрозолей.

Известно, что при высокой температуре кислород воздуха реагирует с азотом, образуя окислы азота. Этот процесс идет и в ударно-нагретой атмосфере при высокой скорости движения метеоритных тел. NO окисляется до NO₂, реагирует с водой, превращаясь в HNO₂ и HNO₃, затем идут кислотные дожди. Впервые следы таких дождей обнаружили в отложениях осадочных пород возрастом 66 млн. лет, в которых азота оказалось в 8–20 раз



Под руководством профессора Дж. Лонго (Италия) группа ученых в районе Тунгусской катастрофы в 1990-е гг. исследовала смолу деревьев на содержание ряда химических элементов.

больше обычного. Кислотные дожди – одна из причин глобальной экологической катастрофы, вызванной столкновением с Землей крупного небесного тела (кометы или астероида) диаметром около 10 км. В результате на поверхности Земли на границе мелового и палеогенового периодов образовалось несколько гигантских импактных кратеров, в том числе Карский кратер диаметром 110 км. Тогда вымерло большинство животных, в том числе и динозавры.

Эффекты в изотопном составе элементов мы об-

наружили в колонках торфа, отобранных в эпицентре взрыва (Прихушминский торфяник, торфяник Ракетка) и в 70 км к югу в районе пос. Ванавара (Цветковский торфяник). Изменение изотопного состава азота становилось более резким (от –2.0‰ до +1.5‰) с пиком на глубине, соответствующей границе, до которой оттаяла вечная мерзлота летом 1908 г. На этот уровень, вероятно, проникли хорошо растворимые в воде кислоты, выпавшие на поверхность торфяников. Изотопный сдвиг составил около +3.5‰, при

этом, как и в древних осадочных породах, он совпал с трехкратным увеличением концентрации азота в слоях торфа.

Надо иметь в виду, что торф *Sphagnum fuscum* – прекрасный сорбент всех кислот, в том числе техногенных загрязнений атмосферы. Так, служившая контрольной при изучении изотопии углерода колонка торфа из Томской обла-

сти (70 км от г. Томска) оказалась непригодной, с явными признаками загрязнения промышленными окислами азота. Поэтому для изучения следов выпадения кислотных дождей необходимо отбирать торф в экологически чистых районах. К счастью, район взрыва ТКТ – именно такое место.

Мы обнаружили сдвиги в изотопном составе углеро-

да, водорода и азота в катастрофных и околокатастрофных слоях торфа, а также резкое увеличение содержания ряда химических, главным образом летучих элементов. Это определенно указывает на *кометный источник* законсервированного в торфе вещества ТКТ, присутствие которого *впервые столь надежно зафиксировано на Земле*.

НОВЫЕ КНИГИ

История открытий релятивистских звезд

В серии “Человеческий фактор” вышла научно-популярная книга кандидата физико-математических наук П.Р. Амнуэля “**Далекие маяки Вселенной**” (Фрязино: Век 2, 2007). Она приурочена к 40-летию открытия пульсаров.

Открывает книгу краткий очерк о вспышке “звезды-госты” (Сверхновая 1054), замеченной китайскими астрономами и попавшей в хроники. В книге восемь глав. В первую, “*Пробовать и ошибаться*”, вошли сведения о вспышках Сверхновых 1006, 1572 (Тихо Браге) и 1604 (И. Кеплер), о наблюдениях новых звезд в 1843–



1942 гг., представлены первые гипотезы их происхождения. Вторая, “*Этот таинственный Краб*”, повествует о создании каталога Мессье, о загадках Крабовидной туманности (M1), о предсказании существования нейтронных звезд. В третьей, “*От белых карликов к реляти-*

вистским звездам”, рассматривается долгий путь становления теории эволюции звезд. Четвертая, “*Расследование заходит в тупик*”, рассказывает о наблюдении сверхновых I и II типа, вспышке гиперновой 1997 г., изучении туманностей как остатках сверхновых. Истории создания теории строения нейтронных звезд и рождения рентгеновской астрофизики посвящена пятая глава, “*На пороге открытия*”. О становлении релятивистской астрофизики рассказано в шестой главе, “*Еще немного, еще чуть-чуть...*”. Седьмая, “*Эпоха открытий*”, повествует об открытии и изучении пульсаров. В восьмой, “*Расследование подходит к концу*”, раскрываются секреты эволюции звезд, сверхновых и рентгеновских источников, сообщается о магнитарах и двойных пульсарах.

Фесенковские чтения

В 2005 г. и 2007 г. в г. Алматы (Казахстан) прошли международные конференции – первые и вторые Фесенковские чтения “Современная астрофизика: традиции и перспективы”. Формально – одни из почти 300 в мире, однако на пространстве бывшего СССР ставшие событием неординарным. Эти конференции символизировали оживление астрономической науки в Казахстане, расширение ее международных связей, а их “визитной карточкой” было имя известного во всем мире астронома академика В.Г. Фесенкова (1889–1972; Земля и Вселенная, 1989, № 1).

НЕМНОГО О В.Г. ФЕСЕНКОВЕ

Вся жизнь **Василия Григорьевича Фесенкова** прошла между двумя воскресеньями: 13 января 1889 г., когда он родился в г. Новочеркасске, и 12 марта 1972 г., датой его смерти в Москве. Он любил и умел работать творчески и вдохновенно, поэтому в таком совпадении можно найти нечто символическое. Ведь между выходными располагаются трудовые



Академик В.Г. Фесенков.

будни... В Большом энциклопедическом словаре о нем написано: “Российский астроном, один из основоположников отечествен-

ной астрофизики, академик АН СССР (1935), академик АН Казахской ССР (1946). Труды по физике звезд, туманностей, Солн-

ца, планет, Луны, зодиакального света, метеорной материи и метеоритов, атмосферной оптике, космогонии. Основал ряд астрономических учреждений СССР". Неординарные способности Василия Григорьевича проявились еще в Харьковском университете, после окончания которого в 1911 г. он был сначала оставлен для подготовки к профессорскому званию, а потом командирован в Париж для повышения научной квалификации. В 1912–1914 гг. В.Г. Фесенков учился в Сорбонне, работал в обсерваториях Парижа и Ниццы, защитил докторскую диссертацию. Вернувшись в 1914 г. на родину, он работал астрономом в Харькове и Новочеркасске. Даже в те трудные времена он занимался любимым астрономическим делом – наблюдал, разрабатывал теории, читал лекции. В 1917 г. Василий Григорьевич открыл новый закон отражения света матовыми поверхностями и успешно применил его к наблюдениям Луны, Венеры и Меркурия. Тогда же в Харьковском университете он впервые начал читать курс астрофизики. Позже, уже в Новочеркасске, он организовал небольшую астрономическую обсерваторию.

В 1921 г. Василий Григорьевич участвовал в экспедиции на Кавказ; цель экспедиции – выбор места для большой обсерватории. После переезда в Москву (август 1922 г.) его назначили председателем Организационного комитета

Главной астрофизической обсерватории. По его инициативе в мае 1923 г. создали Российский астрофизический институт с четырьмя отделами: фотометрии, астрометрии, звездной астрономии, теоретической астрономии и космогонии. В том же году началось издание "Астрономического журнала", ответственным редактором которого он оставался в течение 40 лет. В 1923–1930 гг. В.Г. Фесенков работал директором Института. В 1931 г. Институт слился с Астрономо-геодезическим институтом МГУ и образовался ГАИШ. В 1936–1939 гг. Василий Григорьевич – директор ГАИШ. По инициативе В.Г. Фесенкова в 1936 г. был создан Астрономический совет АН СССР, координирующий астрономические исследования во всесоюзном масштабе. Он был его первым председателем. После Великой Отечественной войны деятельность В.Г. Фесенкова была во многом связана с Казахстаном.

АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
им. В.Г. ФЕСЕНКОВА

Первые исследования по астрофизике в Казахстане начались еще в 1941 г. при содействии академика АН СССР К.И. Сатпаева. Основоположники астрофизических исследований в Казахстане – академик АН СССР В.Г. Фесенков и член-корреспондент АН СССР Г.А. Тихов. При их активном участии в 1950 г. был образован **Астрофизический институт**

АН Казахской ССР для проведения фундаментальных исследований в области физики галактик, туманностей, звезд, а также комплексных планетных исследований на базе собственных наблюдательных данных.

В Казахстане Василий Григорьевич исследовал природу зодиакального света, распределение межзвездной пыли, колор-индексы звезд, поляризацию солнечной короны, теплотемкость вещества лунной поверхности, поглощение в атмосфере Юпитера, движение Солнца в Галактике, возможность существования жизни на Марсе, природу Тунгусского метеорита. Этот далеко не полный список демонстрирует многогранность его научных интересов.

В.Г. Фесенков возглавлял Астрофизический институт до 1964 г. В возрасте 75 лет он оставил пост директора и уехал в Москву, где возглавил Комитет по метеоритам АН СССР. Одновременно ему удается успешно выполнять и разнообразную научно-организационную работу. Например, с 1964 г. и до последних дней своей жизни он был одним из самых активных членов редколлегии журнала "Земля и Вселенная".

После отъезда В.Г. Фесенкова из Казахстана Астрофизический институт оставался весьма авторитетным учреждением в мире в области астрономии и астрофизики. Здесь создавались и развивались новые наблюдательные базы, рядом с опытными со-

трудниками вырастали молодые кадры, проводились научные конференции. Так, в 1989 г. в Алма-Ате прошла выездная сессия Астросовета, посвященная 100-летию со дня рождения В.Г. Фесенкова.

ПЕРВЫЕ ФЕСЕНКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Распад СССР больно ударил по казахстанской астрономии. В 1990-х гг. штатный состав Института сократился вдвое, был прекращен ряд научных исследований, возникли проблемы с сохранением астрономических баз. Лишь в начале нового тысячелетия, в связи с подъемом всей экономики Казахстана, ситуация стала выправляться.

В **Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова** (АФИФ) в 2004 г. пришло новое руководство, началась закупка оборудования, повысились зарплаты. Возникла идея провести в 2005 г. международную конференцию, посвященную 55-летию АФИФ и 100-летию специальной теории относительности. Поначалу идея казалась нереальной, однако постепенно все организационные вопросы были решены.

Первые Фесенковские чтения прошли в АФИФ **14–16 июня 2005 г.** В состав программного комитета конференции вошли В.Н. Мельников (Российское гравитационное общество, Россия), Н. Дадхич (Межуниверситетский центр астрономии и астрофизики, Индия), Р. Шпурцем (Астрономический вычис-

лительный институт, Германия), О.Ш. Шаршекеев (Кыргызский национальный университет, Кыргызстан), другие видные специалисты в области астрономии, астрофизики и космологии. Около 60 участников представили более 50 докладов, распределенных по пяти секциям – *“Релятивистская космология и динамика гравитирующих систем”, “Физика звезд и межзвездной среды”, “Активные ядра галактик: наблюдения и теория”, “Физика атмосфер Земли и планет” и “Физика Солнца и солнечно-земных связей”*.

Первый пленарный доклад, *“Некоторые черты научной и научно-организационной деятельности академика В.Г. Фесенкова”*, сделал ученик Василия Григорьевича доктор физико-математических наук А.В. Харитонов. Он особенно отметил, что для В.Г. Фесенкова был присущ широкий подход к рассматриваемым проблемам, привлечение для дискуссии кроме непосредственно относящихся к ней сведений многих данных из близких, а иногда и достаточно далеких, на первый взгляд, научных дисциплин. Яркий пример – его подход к проблеме зодиакального света. В.Г. Фесенков показал, что видимая яркость зодиакального света искажена тропосферным влиянием. Во втором пленарном докладе, сделанном академиками НАН РК **М.М. Абдильдиным** и **Т.Б. Омаровым**, доктором физико-математических наук **Л.М. Чечиным**, освещалось развитие

теории относительности в Казахстане. Отмечен вклад казахстанских ученых в развитие релятивистской теории движения гравитирующих тел (динамика иерархических структур, динамика вращающихся протяженных тел, динамика космических струн и другие). В докладе доктора физико-математических наук **К.А. Пирагаса** (Литва) обращено внимание на возможность использования стохастического резонанса в гравитационно-волновой физике.

Основная часть конференции была посвящена наблюдениям и теории небесных и космических объектов: планет, искусственных спутников, атмосфер и ионосферы, звезд, туманностей и галактик. Это те области, где АФИФ имеет давние традиции, восходящие ко времени В.Г. Фесенкова. Так, в докладе кандидатов физико-математических наук **А.В. Миронова** и **А.И. Захарова** (ГАИШ МГУ) *“Задачи, методы и проблемы современной астрофотометрии”* отмечалась необходимость разработки стандартных методов трансформации звездных величин из одной системы в другую и выработки рекомендаций по применению стандартных полос фотометрических систем. В докладе **К.Г. Джакушевой** и **Э.Г. Мычелкина** (АФИФ) *“Фесенковский метод измерения эллиптической поляризации”* воспроизведены их оригинальные результаты, ранее поддержанные Василием Григорьевичем, по нахождению всех поляризационных па-



Академик НАН РК М.М. Абдильдин выступает с докладом на вторых Фесенковских чтениях.

раметров рассматриваемого излучения.

Значительный интерес вызвали доклад **Э.Я. Вильковиского** (АФИФ) по разработке унифицированной модели истечения вещества активных ядер галактик, а также совместный доклад кандидата физико-математических наук **Ч.Т. Омарова** (АФИФ), профессора **Р. Шпурцема** и доктора **А. Юста** (Астрономический вычислительный институт, Германия), посвященный изучению характера взаимодействия компактного звездного кластера с газовым диском и массивного центрального объекта.

Фесенковские чтения прошли успешно, и было высказано единодушное пожелание проводить такие конференции регулярно.

ВТОРЫЕ ФЕСЕНКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Они состоялись 18–20 июня 2007 г. в АФИФ.

Среди членов программного комитета этой Конференции – известные специалисты Р.В.А. Ловлейс (Корнельский университет, США), Б.М. Шустов (ИНАСАН, Россия), Р. Шпурцем (Астрономический вычислительный институт, Германия), С.Н. Нуриддинов (Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Узбекистан). Проведение Конференции приурочили к годовщине запуска первого казахстанского спутника “Kazsat-1” и, конечно, к трем “космическим” юбилеям – 50-летию запуска первого ИСЗ, 100-летию С.П. Королёва и 150-летию К.Э. Циолковского. Поэтому на Конференции много говорили об искусственных спутниках Земли.

Первый пленарный доклад, сделанный **Л.А. Усольцевой**, был посвящен научной деятельности *Валерия Сергеевича Матягина* (1924–2006). После запуска первого ИСЗ Астрофи-

зический институт АН КазССР активно включился в работы, связанные со спутниковыми наблюдениями, а в 1967 г. вошел в сеть станций оптических наблюдений ИСЗ в СССР. Руководителем работ стал В.С. Матягин, который за разработку методики высокоточного определения координации космических станций и наблюдения за их полетом в 1971 г. (в составе авторского коллектива) получил Государственную премию СССР. Другие пленарные доклады первого дня Конференции также были связаны со спутниковой проблематикой. Член-корреспондент РАН **Б.М. Шустов** выступил с докладом “Всемирная космическая обсерватория – окно в ультрафиолетовую Вселенную”, академик **А.М. Черепашук** (ГАИШ МГУ, Россия) – с докладом “Наблюдения объекта SS433 на орбитальной гамма-обсерватории “Интеграл”. В пленарных докладах академика НАН РК **В.И. Дробжева** и доктора физико-математических наук **Ж.Ш. Жантаева** обсуждались перспективы развития космических исследований в Казахстане; **Т.Б. Омарова**, **М.М. Абдильдина** и **Л.М. Чечина** – конкретные проблемы динамики гравитирующих систем и объектов (гидродинамическая аналогия в механике общей теории относительности, эволюция



Директор Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова доктор физико-математических наук Л.М. Чечин выступает на открытии вторых Фесенковских чтений.

космологического субстрата в очень ранней Вселенной).

Затем работа Конференции проходила по следующим секциям: “Космические исследования”, “Физика звезд и галактик” и “Физика Солнечной системы”.

На первой секции замечательным стал доклад кандидатов физико-математических наук **А.В. Диденко** и **Л.А. Усольцевой** “Определение пространственной ориентации геостационарного спутника на основе наземной информации”. В нем отмечалось, что наблюдения таких ИСЗ ведутся на стандартном телескопе АЗТ-8, на котором хорошо отработана методика ведения объектов на геостационарной орбите. Точные фотометрические данные позволяют определить основные параметры спутника – размер, ориентацию, вероятное назначение. Более того, с помощью

разработанного в АФИФ программного обеспечения удастся оценить размеры и конфигурацию отдельных элементов – солнечных батарей и антенн.

Изучение звезд и туманностей – традиционная для казахстанских астрономов область исследований. Поэтому на второй секции Конференции заслушаны доклады по широкому спектру проблем – от процессов звездообразования до физики умирающих звезд. Так, **Р.Р. Валиулин**, **В.Н. Гайсина** и кандидат физико-математических наук **Э.К. Денисюк** представили доклад о спектральном мониторинге избранных сейфертовских галактик; в докладе также отражено участие АФИФ в аналогичных международных исследованиях.

Обсуждались модельные расчеты, наблюдения со спутников в разных диапазонах длин волн, высо-



Академик НАН РК Т.Б. Омаров выступает с докладом на вторых Фесенковских чтениях.

коскоростные выбросы (джеты) и черные дыры. Большой интерес вызвали, например, доклады российских астрономов по протопланетным дискам около других звезд. Доктор физико-математических наук **В.П. Гринин** (Пулковская астрономическая обсерватория) обобщил ре-



Участники вторых Фесенковских чтений в зале заседаний.

зультаты *фотометрических и поляризационных исследований звезд типа UX Ori*, кандидат физико-математических наук **Л.В. Тамбовцева** (Пулковская астрономическая обсерватория) рассмотрела *теорию дискового ветра* — истечения вещества под действием магнитного поля с поверхности окружающего молодую звезду аккреционного диска.

“Природа стремится к единообразию”, — сказал в своем докладе о *квазарах* **Э.Я. Вильковский**. Действительно, в строении околозвездных оболочек и центральных областей активных ядер галактик (АЯГ) оказалось много общего. Тем не менее в физике АЯГ еще очень много неясного. На решение этих вопросов нацелены созданные в АФИФ программы моделирования излучения квазаров, а группа наблюдателей ведет мониторинг некоторых из этих объектов.

Актуальной в настоящее время остается проблема “космической погоды”. Отклик ионосферы на изменение межпланетного магнитного поля, последствия солнечных вспышек обсуждали на Конференции в рамках секции “*Физика Солнечной системы*”. В докладе доктора физико-матема-



Профессор Э.Я. Вильковский (АФИФ) выступает на вторых Фесенковских чтениях.

тических наук **В.Г. Тейфеля** обращено внимание на малопонятные процессы, происходящие сейчас на Юпитере. Дело в том, что в 2007 г. вся экваториальная область планеты покрылась темными полосами, выяснение причин которых требует дальнейших исследований.

Н.Ж. Такибаев, Ч.Т. Омаров, Г.А. Спанова и Л.М. Чечин представили плазменную модель образования *мезосферных серебристых облаков*, построенную на основе термодинамики кристаллогидратов.

Всего на Конференции сделано более 60 докладов.

В заключение хотелось бы сделать несколько за-

мечаний общего характера. В наше время такие разносторонние ученые, как В.Г. Фесенков, по праву считаются великими. Сейчас трудно представить человека, делающего открытия мирового масштаба одновременно в космологии, физике плазмы и астробиологии, ведь огромными темпами растут объемы накопленных знаний. Эпоха ученых-универсалов ушла в прошлое. Но это не значит, что каждый ученый должен замкнуться в рамках изучаемой им проблемы. Сейчас ученому необходимо знакомиться с открытиями в других областях, даже достаточно далеких от его узкой специальности. Поэтому универсальные конференции, к которым, несомненно, относятся и Фесенковские чтения, просто необходимы. Они не только способствуют налаживанию контактов между астрономами, но и приближают нас к пониманию сложных процессов, происходящих в космосе.

*Л.М. ЧЕЧИН,
доктор физико-математических наук
директор АФИФ,
С.Н. ЕФИМОВ,
кандидат физико-математических наук
АФИФ*

Всероссийская астрономическая конференция в Казани

*“Сколько раз физики могли пасть духом
от множества неудач, если бы в них
не поддерживал веры блестящий успех
астрономии”.*

А. Пуанкаре.

С 17 по 22 сентября 2007 г. в Казанском государственном университете проходила **четвертая Всероссийская астрономическая конференция (ВАК-2007)** – **“Космические рубежи XXI века”**. Право на организацию такого большого форума ре-

шением бюро Научного совета по астрономии РАН получили кафедра астрономии КГУ и Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта – одни из старейших астрономических центров нашей страны: кафедра создана в 1810 г., а загородная обсер-

ватория – в 1901 г. Выбор Казани как места проведения ВАК можно считать признанием роли астрономической школы Казани и влияния ее на развитие астрономической науки в нашей стране. Заметим, что ранее такие конференции проводились лишь в



Президиум ВАК-2007: ректор КГУ академик АН РТ М.Х. Салахов, летчик-космонавт А.Ю. Калери, заведующий кафедрой астрономии КГУ академик АН РТ Н.А. Сахибуллин, президент АН РТ А.М. Мазгаров и председатель Научного совета по астрономии академик Н.С. Кардашёв.

Москве и Санкт-Петербурге (Земля и Вселенная, 2005, № 3).

Тематика Конференции обширна: от новостей в изучении Луны и наблюдений космического мусора до поиска черных дыр и исследований процессов в самых далеких галактиках. Поэтому работа шла в рамках **13 секций**, причем они представляли традиционные для казанской астрономии темы (*“Двойные и переменные звезды”, “Астрометрия и небесная механика”, “Астрономическое образование”*) и новые (*“Исследования внегалактических объектов”, “Космология”, “Галактика и межзвездная среда”, “Солнце и солнечная активность”*).

В Конференции участвовало более 250 представителей крупнейших астрономических институтов Москвы (ГАИШ МГУ, ИНАСАН, ИКИ РАН), Санкт-Петербурга (Санкт-Петербургский университет, Институт прикладной астрономии, Пулковская обсерватория), Нижнего Новгорода, Екатеринбурга, Ростова, Томска, Иркутска, а также CAO РАН и Пуцзинской радиоастрономической обсерватории. В Казань приехали зарубежные коллеги из Украины, Узбекистана, Казахстана, Эстонии, Турции, Германии, США. В числе участников были известные ученые и руководители почти всех крупнейших астрономических организаций страны: А.М. Черепашук (ГАИШ МГУ), Н.С. Кардашёв (Астрокосмический центр ФИАН), Р.А. Сюняев (Институт им. Макса Планка, Германия);



Выступает академик Ю.Н. Парийский.

ИКИ), А.В. Степанов (ГАО РАН), Ю.Ю. Балега (CAO РАН), В.В. Иванов и К.В. Холшевников (НИАИ СПбГУ). На Конференции выступило много молодых ученых, что важно с точки зрения перспектив дальнейшего успешного развития астрономии в России.

Открытие Конференции состоялось в большом зале культурно-спортивного комплекса КГУ “УНИКС”. Сначала зачитали приветствия от кабинета министров Республики Татарстан, Президиума РАН и руководства КГУ. Заведующий кафедрой астрономии КГУ академик АН Татарстана **Н.А. Сахибуллин** представил краткую историю развития астрономии в Казани, отметив не только основные научные направления, но и упомянув ряд не очень известных исторических фактов. Например, первый выпускник нашей кафедры, Д.М. Перовщиков, позже стал ректором Московского университета и основателем

обсерватории на Красной Пресне в Москве. Отмечая научные достижения казанских астрономов в области селенодезии, астрометрии, небесной механики и астрофизики, докладчик особенно подчеркнул значение их учителей: И.М. Симонова, А.Д. Дубяго, Д.Я. Мартынова, А.А. Неведева и Ш.Т. Хабибуллина.

В обзорных докладах члена-корреспондента РАН **Ю.Ю. Балеги** и академика **Ю.Н. Парийского** (руководители CAO РАН) обобщены аспекты и методы астрономических наблюдений с помощью больших телескопов, возможности использования сегментированных активных зеркал и адаптивной оптики, позволяющей различать звезды, расстояние между которыми на небе составляет 0.1". Докладчики представили результаты применения 20 крупных оптических интерферометров (например, VLTI) и инфракрасных телескопов, в частности тридцати ИК-спектрографов. Большую роль стали играть автоматические телескопы и системы удаленного доступа (например, на 2.5-м телескопе Sloan DSS используется 30 матриц ПЗС, с помощью которых одновременно регистрируется 640 спектров). К сожалению, Россия не может похвастаться значительными достижениями. Сегодня действуют лишь пять крупных российских телескопов (6-м БТА, 2-м в обсерватории Терскол и три 1.5-м), в CAO работает лаборатория, где создаются хорошие ПЗС-

Академик А.М. Черепашук и член-корреспондент РАН И.Д. Новиков, сделавшие на Конференции очень интересный доклад о черных дырах и кротовых норах.

камеры для больших телескопов. Докладчики рассказали о развитии международного проекта Европейской Южной Обсерватории, аспектах завершения строительства радиointерферометра ALMA, расположенного в пустыне Атакама (Чили) и создании Европейского Экстремально Большого Телескопа (EELT) с диаметром главного зеркала 42 м, состоящего из 900 шестиугольных сегментов размером 1.45 м. Они подчеркнули, что в XXI в. радиоастрономия вышла на новый уровень развития, произошел переход от изучения галактик с $z \ll 1$ к объектам, находящимся на космологических расстояниях ($z \gg 1$). Отмечены новейшие радиоастрономические проекты (SKA, ALMA, PLANK, LOFAR), которые позволяют рассматривать начальные этапы развития Вселенной и решать важнейшие задачи физики микромира.

Большой интерес вызвал доклад члена-корреспондента РАН **И.Д. Новикова** (АКЦ ФИАН) и академика **А.М. Черепашука** (ГАИШ МГУ) *“Черные дыры и кротовые норы”*, в котором представлены теоретические и наблюдаемые характеристики черных дыр и не менее экзотических объектов – кротовых нор. Описывались наблюдательные различия между черными дырами и кро-



товыми норами, в частности указывалась возможность отличить их по эффектам гравитационного микролинзирования. В настоящее время открыто более 300 сверхмассивных черных дыр, 20 черных дыр в двойных системах звезд и три одиночные черные дыры звездной массы. Докладчики предложили наблюдательные критерии поиска кротовых нор, рассчитали их параметры (например, для массы Земли радиус кротовой норы должен составлять 0.45 см, плотность – $2.7 \cdot 10^{27}$ г/см³).

Исследованиям *областей звездообразования* посвятил доклад доктор физико-математических наук **И.И. Зинченко** (Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород). Он рассмотрел процессы формирования массивных звезд. Соответствующие наблюдения проводятся в радиодиапазоне в линиях молекул (HCN, H₂O, SO, CO, CH₃OH) и в континууме на волне 1.2 мм. Молекулы и пыль – наилучшие индикаторы физических и химических условий в областях образования массивных звезд. По радионаблюдениям строятся профили распределения физиче-

ских параметров, воспроизводится структура областей. В гигантских молекулярных облаках наблюдается примерно 90% ядер конденсации массивных звезд, лишь 10% оказываются в изолированных структурах – идеальных местах для изучения процессов их формирования. Для детального исследования областей звездообразования необходимы интерферометрические наблюдения с угловым разрешением лучше 30". В частности, РСДБ-наблюдения позволяют рассматривать процессы формирования и планетных систем. Дальнейший прогресс исследований связан с вводом в строй инструментов нового поколения (ALMA, “Миллиметр”).

Доклад доктора физико-математических наук **В.Н. Лукаша** (АКЦ ФИАН) был посвящен построению современной *космологической модели* нашего мира, интерпретации наблюдений структуры ранней и поздней Вселенной. Важнейшими считаются проблема происхождения и состава материи, природа темной материи и темной энергии. В качестве небарионной (80% темной мате-



Казанская городская астрономическая обсерватория. Здесь на кафедре астрономии проходила Конференция ВАК-2007.

рии) предполагаются различные гипотетические элементарные частицы большой массы (гравитоны, аксионы, нейтрино), первичные черные дыры и монополи. Начало поисков нейтрино запланировано на 2008 г.

Природу темной материи рассмотрел и профессор **А.М. Гальпер** (МИФИ): поиски и изучение космических лучей высокой энергии, методы их регистрации (фасеточные системы детекторов площадью тысячи квадратных километров). Чтобы обнаружить космические лучи, в разных странах недавно построены приемные установки, в космосе продолжается российско-итальянский эксперимент "ПАМЕЛА". Главными

задачами остаются исследование химического состава космических лучей и потоков античастиц – возможной темной материи, выяснение природы источников излучения с энергией выше 10^{18} эВ.

Доктор физико-математических наук **Г.В. Домогацкий** (Институт ядерных исследований РАН) рассказал о новых результатах и перспективах *нейтринной астрономии*. Сейчас изучают различные нейтрино, которые регистрируются с помощью детекторов и счетчиков космических частиц, размещенных в Японии (KamLAND), Антарктиде (Amanda, IceCube), Северной Америке (MiniBooNE), Европе (LVD, Borexino, Antares

NEMO) и России (Баксанская обсерватория, Байкал). Продолжаются наблюдения нейтрино от вспышек сверхновых в ближайших галактиках, сделан вывод: внутри сферы радиусом 10 Мпк сверхновые вспыхивают чаще 2–3 раз в год. В ближайших планах – завершение создания детектора NT1000 на Байкале.

Представитель ГАИШ МГУ доктор физико-математических наук **К.А. Постнов** доложил о достижениях и перспективах поиска *гравитационного излучения*, предсказанного общей теорией относительности. В последние годы строятся большие интерферометры для регистрации гравитационных волн (LIGO, США;

GEO-600, Германия; VIRGO, Италия; TAMA-300, Япония). Основные источники гравитационного излучения — тесные двойные системы, вспышки сверхновых и гамма-вспышки, пульсары. Вероятно, есть космологический фон этого излучения, приходящего из самых далеких областей Вселенной. До сих пор ни один достоверный сигнал гравитационных волн не зафиксирован. Предполагается, что детекторы достаточно эффективны при чувствительности 3×10^{-24} (Гц)^{1/2}. Разрабатывается проект космического интерферометра “LISA” (США), запуск которого намечен на следующее десятилетие.

О современном состоянии изучения Луны рассказал доктор физико-математических наук **В.В. Шевченко** (ГАИШ МГУ), отметивший современные проблемы: природа околополярных областей Луны, возможность существования там летучих веществ и воды (например, в кратере Шумейкер), возникновение магнитных и альбедных аномалий, происхождение и эволюция огромного реликтового образования вблизи Южного полюса Луны. С этими задачами связаны перспективные программы: “Кагуя” (Япония), “Чанъэ-1” (Китай; Земля и Вселенная, 2008, №№ 1, 2), “Чандраян-1” (Индия) и “Лунный орбитальный разведчик” (США).

Группа сотрудников ИКИ РАН представила важнейшие результаты работы космической обсерватории “Интеграл” и рентгеновских наблюдений га-

лактик (Земля и Вселенная, 2003, № 4). Российские ученые имеют квоту времени наблюдений, они обнаружили мощные гамма-вспышки, часть из которых оптически отождествлены и интерпретированы.

Доктор физико-математических наук **Л.В. Ксанфомалити** (ИКИ РАН) представил новую информацию об исследованиях экзопланет, а также необычном строении некоторых спутников планет Солнечной системы. Изучение характеристик их орбит и масс ставят перед учеными проблемы: многие планетные системы не похожи на нашу.

На заключительном пленарном заседании ВАК-2007 уделялось внимание будущим, в основном *российским проектам* “Радиоастрон”, “Миллиметрон”, “Спектр-УФ”, “Спектр-Рентген-Гамма”, а также введению в строй радиоастрономической обсерватории “Суффа” (Узбекистан). Директор Института прикладной астрономии РАН член-корреспондент РАН **А.М. Финкельштейн** затронул вопросы функционирования *космической навигационной системы “Глонасс”* и совершенствования ее наземной базовой сети “Квазар-КВО”. Орбитальную группировку восстановят в 2008 г., причем будут запускаться спутники серии “Глонасс-К” с ресурсом эксплуатации 10 лет. Система должна решать не только практические, но и такие важные фундаментальные задачи, как определение параметров вращения Земли, ее гравитационного поля и ат-

мосферы, построение эфемерид тел Солнечной системы и космических аппаратов. В 2010 г. вступит в строй радиointерферометрическая сеть “Квазар-КВО” (длина базы более 6 тыс. км). Она позволит определять параметры вращения Земли с рекордной точностью, Всемирное время лучше 1 мс, координаты с ошибкой не хуже 1 см!

Руководитель лаборатории ИКИ РАН доктор физико-математических наук **М.Н. Павлинский** ознакомил участников Конференции с одним из самых значительных проектов российской науки — *космической обсерваторией “Спектр-Рентген-Гамма”* (Земля и Вселенная, 1997, № 2; 2007, № 3, стр. 59–60). Реализация проекта откладывается, изменяются его задачи. Сейчас он получил поддержку, в комплекс научной аппаратуры общей массой 1.8 т войдут рентгеновские телескопы eROSITA (Германия) и ART-XC (Россия, США), широкоугольный монитор Lobster (Великобритания), прибор X-ray Calorimeter (Голландия, Япония, США, Германия и Россия). Научные задачи этой космической обсерватории: полный обзор всего неба с рекордными чувствительностью и разрешением, наблюдения 10 тыс. скоплений галактик, 3 млн. ядер активных галактик, картографирование горячей межзвездной среды, определение характеристик галактических рентгеновских источников. Запуск с космодрома Байконур запланирован на декабрь 2011 г.



Российский летчик-космонавт А.Ю. Калери среди юных астрономических "звезд" Казани. Вера Алексеева и Диляра Нуртдинова – студентки-астрономы 4-го курса КГУ.

Академик **Н.С. Кардашёв** (АКЦ ФИАН) рассказал о других масштабных проектах – *"Радиоастрон"* (2008) и *"Миллиметрон"* (2016). Их особенность: возможность использования в режиме самостоятельных наблюдений и в качестве элемента гигантского радиоинтерферометра. Эти космические обсерватории смогут решать многие задачи современной астрофизики – поиск новых малых тел Солнечной системы, экзопланет, областей звездообразования и первичных черных дыр, определять характеристики астероидов и комет, изучать темную энергию и эволюцию галактик, проверять эффекты общей теории относительности. В заключение докладчик сформулировал *12 великих научных проблем XXI в.*: высшие формы разума; антропный принцип и множественность вселенных; топология Вселенной и кротовые норы; космологическая модель и эволюция Вселенной; скрытая масса и темная энергия; начало Вселенной; галакти-

ческие ядра и черные дыры; нейтронные, кварковые и преонные звезды, происхождение гамма-всплесков; конденсация вещества в планетные системы; происхождение и эволюция жизни; гравитационно-волновая астрофизика и реликтовые гравитационные волны; нейтринная астрофизика и реликтовые нейтрино; происхождение космических лучей.

На Конференции состоялась дискуссия об участии *российских астрономов в больших международных проектах*: Международном годе астрономии (МГА, 2009), Всемирной виртуальной обсерватории, Международном гелиофизическом годе (2008–2009), международном консорциуме Европейская Южная Обсерватория. Ученый секретарь Национального комитета российских астрономов **О.Ю. Малков** (ИНАСАН) сделал сообщение о проведении в России мероприятий, связанных с *Международным годом астрономии*. Необходимо освещать деятельность обсерваторий и планетариев,

разработать программы *"Вселенная в руках"*, распространить по школам доступные наборы физических и астрономических инструментов, создать и поддерживать российский Интернет-сайт (www.astronomy2009.ru), провести серию российских и международных совещаний и конференций, передвижные астрономические выставки, цикл телевизионных передач по астрономии. В рамках МГА-2009 планируется несколько конференций и совещаний, например *"Ультрафиолетовая Вселенная"* (май), *"100-летие Тунгусского явления"* (июнь), *"Перспективы наземной и космической астрономии в России"* (ВАК-2010; осень), *"Первые результаты наблюдений "Радиоастрона", "Астрономия и телескопы будущего"*.

Всероссийская астрономическая конференция в Казани прошла в год *50-летия космической эры*, об этом упоминалось во многих докладах. В честь такого знаменательного события на Конференцию приехал летчик-космонавт **А.Ю. Калери**, увлекательно рассказавший о своем полете на МКС и представивший проект пилотируемой экспедиции на Марс.

На заседаниях различных **секций** в течение двух дней было заслушано более *260 устных* и представ-

лено около 70 стендовых докладов.

Участники секции *“Астрометрия и небесная механика”* рассматривали вопросы, касающиеся построения фундаментальной системы координат, решения задач трех и более тел при создании космических телескопов “Миллиметрон” и “ОЗИРИС”, прогноза вариаций скорости вращения Земли, расчета орбит спутников планет. На этой секции представлена также информация о последних достижениях в изучении Луны, ее внутренней структуры и топографии.

На секции *“Малые тела Солнечной системы”* обсуждены результаты наблюдений астероидов и космического мусора на Турецкой национальной обсерватории, на Майда-накской и Китабской обсерваториях (Узбекистан), проанализированы новые методы изучения состава и структуры астероидов, исследования динамики двойных астероидов и геостационарных спутников.

Очень представительной была секция *“Солнце и солнечная активность”*, на которой заслушано 24 доклада. Ее участники уделили внимание различным направлениям в исследованиях физики Солнца. Сделаны сообщения о наблюдениях активных областей на Солнце, короткопериодических колебаний в солнечных пятнах, магнитных жгутов и петель в солнечной короне и их пульсациях, выполненных на PATAH-600, Пулковском радиотелескопе,

радиогелиографах Бадары (Иркутск), Нобейма (Япония). Затем рассматривались результаты наблюдений корональных выбросов массы и эволюции активных областей, проблемы прогноза солнечных вспышек и воздействие их на формирование “космической погоды”, а также разработка межпланетной солнечной стереоскопической обсерватории.

Секция *“Двойные и переменные звезды”* оказалась одной из наиболее насыщенных (27 докладов), поэтому пришлось провести несколько заседаний. В первый день внимание уделили новым результатам изучения известных рентгеновских двойных систем (Her X-1, Cyg X-1, SS433) и радионаблюдениям некоторых тесных двойных систем (ТДС); рассматривалось излучение сверхновых звезд. Во второй день представлены расчеты приливной и ядерной эволюции разделенных ТДС, результаты моделирования движения газовых потоков внутри ТДС, атмосфер нейтронных звезд и пульсаров, новая классификация затменных двойных.

На секции *“Исследования внегалактических объектов”* было тоже 27 докладов. Обсуждались достижения в изучении далеких галактик с помощью наземных (PATAH-600, VLBA) и космических радиотелескопов (“Yohkoh”, “WMAP”), наблюдения на БТА иррегулярных галактик, природа релятивистских джетов и структура галактик с полярными кольцами, моделирование структуры га-

лактик и шаровых скоплений, отождествление источников и их статистический анализ.

Секция *“Галактика и межзвездная среда”* (26 докладов) работала два дня. Сначала обсуждались модели Галактики, кинематика местной системы звезд и ассоциации Скорпиона–Центавра, результаты наблюдений рассеянных и шаровых скоплений. Затем прозвучали доклады, посвященные изучению неоднородностей межзвездной среды, звездообразования и метанольных мазеров по радионаблюдениям, определению химического состава туманностей, моделям химической эволюции дозвездных объектов.

Космологическая тематика оказалась также довольно обширной. На соответствующей секции обсуждались возможность изучения фоновых излучений Вселенной, характеристики физического вакуума, темной энергии, значения мировых констант и их изменение, взаимосвязь современной астрофизики и физики элементарных частиц.

Свежие результаты в области наблюдательной астрономии докладывались на секциях *“Оптические инструменты”* и *“Радиотелескопы и методы в радиоастрономии”*. Речь шла о совершенствовании методик наблюдений, создании новых приборов и специализированных комплексов, каталогизации и хранении наблюдательных данных.

Обширная и интересная дискуссия прошла на сек-



Молодая поросль астрономов России на Конференции: Евгений Васильев (Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону), Мария Эбель (Южно-Уральский университет, Челябинск), Марина Рябова и Святослав Дедиков (Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону).

ции “Астрономическое образование”. Большинство участников были обеспокоены состоянием астрономического образования: исключение астрономии из школьных и вузовских программ, отсутствие специальности учителя астрономии, закрытие планетариев. Было высказано желание о более тесном сотрудничестве астрономов-профессионалов с Министерством образования и науки РФ.

Одной из тем кулуарных дискуссий стало обсуждение воинствующей астрологии. Выступившие подчеркнули необходимость более активной пропаган-

ды астрономических знаний как одного из средств вытеснения астрологии из СМИ. Сотрудники кафедры астрономии КГУ и обсерватории им. В.П. Энгельгардта выступили с 30 докладами. Большинство из них – сообщения о результатах наблюдений на 1.5-м телескопе в Турции (РТТ-150): открытии новых тесных двойных систем и переменных звезд, фотометрии астероидов, эволюции молодых предкатаклизмических переменных. Совместно с коллегами из ИКИ РАН ведутся систематические исследования вспышек гамма-барстеров и новых сейфертовских

галактик. С помощью кудеспектрометра на РТТ-150 29 марта 2006 г. проведены наблюдения полного солнечного затмения и получены спектры солнечной короны. Поддерживается традиционная для Казани кометная и метеорная тематика: анализ метеорных потоков и распределения метеорного вещества по орбите.

Кроме обширной научной программы на Конференции была и культурная: концерт, экскурсии в Казанский кремль, Раифский монастырь и обсерваторию им. В.П. Энгельгардта (АОЗ), посещение одной из крупнейших мечетей России –



Участники ВАК-2007 на экскурсии в Астрономическую обсерваторию им. В.П. Энгельгардта.

Кул-Шариф. Восхищение участников ВАК-2007 вызвала поездка на теплоходах по Волге на остров Свяжск, где расположены монастыри, хранящие перипетии исторического развития нашей страны.

Подавляющее большинство ученых остались довольны организацией и проведением ВАК-2007 в Казани. Конечно, не обошлось без трудностей, в первую очередь связанных с необходимостью проводить ее в КГУ в учебное время. К сожалению, не удалось найти подходящей большой аудитории для размещения постеров. Подобные проблемы часто возникают во время проведения научных форумов такого масштаба. Решением организационных задач занимались всего 20 сотрудников кафедры астрономии КГУ и АОЭ, а также 20 студентов.

Уже после окончания ВАК-2007 ее организаторы получили много благодарственных писем. Вот фрагмент одного из них: *“Разре-*

шите выразить искреннюю признательность за организацию и проведение столь масштабного мероприятия, на которое съехался практически весь цвет отечественной астрономии и астрофизики. Нельзя не отметить хороший подбор тем докладов, в чем заслуга как коллектива авторов, так и членов оргкомитета, ответственных за отбор докладов. Участниками конференции было поднято много проблем, предложены оригинальные пути их решения... Все это означает, что, несмотря на множество возникающих проблем, астрономическая наука продолжает жить и развиваться, что вселяет оптимизм. Хочется также отметить гостеприимство организаторов конференции и их внимательное отношение к участникам ВАК-2007”. В свою очередь казанские астрономы благодарят руководство университета (ректора М.Х. Салахова и проректора Д.Г. Гильмутдинова), Академию наук Татарстана

и кабинет министров РТ за оказанную помощь в организации Конференции.

... Еще в начале XX в. В.П. Энгельгардт в письме ректору Казанского университета и заведующему кафедрой астрономии Д.И. Дубяго высказал опасения о будущем российской астрономии. В ответ Дмитрий Иванович написал: *“Пусть рассеются Ваши сомнения – в России астрономы есть, и между ними есть хорошие, делающие добросовестно и успешно свое дело. Конечно, работают астрономы в особенно неблагоприятных условиях – учителей мало, школ для образования еще меньше, но люди есть и еще больше будут”.* Конференция ВАК-2007 подтвердила правоту Д.И. Дубяго.

А.И. ГАЛЕЕВ,
кандидат физико-
математических наук
Н.А. САХИБУЛЛИН,
доктор физико-
математических наук
Казанский государственный
университет

Эксперимент, моделирующий пилотируемый полет на Марс

А. И. ГРИГОРЬЕВ,
академик, директор Государственного научного центра РФ –
Института медико-биологических проблем РАН
В. М. БАРАНОВ,
академик РАМН, Государственный научный центр РФ –
Институт медико-биологических проблем РАН
Е. П. ДЁМИН
Государственный научный центр РФ –
Институт медико-биологических проблем РАН
В. А. ДАВЫДОВ
заместитель руководителя Федерального космического агентства
(Роскосмос)

В начале третьего тысячелетия возрос интерес к исследованию Марса. Несмотря на несомненные успехи в изучении Красной планеты с помощью автоматических аппаратов, трудно предположить, что человечество откажется от идеи пилотируемой марсианской экспедиции. Сегодня мы приближаемся к практическому воплощению этой идеи. В рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 гг. в Институте медико-биологических проблем запланировано проведение эксперимента по моделированию психологических и биомедицинских аспектов деятельности экипажа при полете на Марс. Каковы цели и задачи первого наземного эксперимента “Марс-500”? Каковы его сценарий и медико-техническое обеспечение?



При разработке стратегии и планировании пилотируемой экспедиции на Марс определяющим считается человеческий фактор, космонавт же — наиболее ценное, но и уязвимое звено миссии, в значительной степени влияющее на возможность реализации проекта в целом. Главная проблема заключается в обеспечении эффективной деятельности экипажа и благополучного возвращения его на Землю. Необходимо решить комплекс проблем, связанных с сохранением здоровья и работоспособности экипажа в условиях микрогравитации на трассе Земля—Марс—Земля, а также пребывания на поверхности Марса. Разрабатываемая концепция сохранения здоровья экипажа марсианской экспедиции основывается на обобщении опыта медико-биологического обеспечения длительных полетов космонавтов на орбитальных станциях, учитываются анализ механизмов влияния микрогравитации, специфика межпланетного полета, прогноз реакции организма человека на эти условия на различных этапах экспедиции. Важная роль принадлежит мониторингу состояния экипажа и среды обитания, профилактике заболеваний. Большой практический опыт, научно-технический задел и высокий уровень квалификации позволяют российским специалистам приступить к решению этой актуальной и сложной проблемы.

Медико-биологическое обеспечение орбитальных пилотируемых полетов строилось на основе следующих принципиальных положений:

- постоянный медицинский и санитарно-гигиенический контроль космонавтов специализированными наземными службами Центра управления полетами;
- в случае необходимости в течение нескольких часов экипаж мог досрочно возвратиться на Землю;
- в любое время возможна доставка на станцию дополнительных грузов и оборудования с помощью грузовых и транспортных кораблей.

Основные отличия полета к Марсу от орбитальных полетов:

- сверхдлительность (1.5–2 года и более);
- высокая степень автономности экипажа, обусловленная невозможностью доставки каких-либо грузов, изменения состава экипажа, досрочного возвращения на Землю даже при возникновении чрезвычайных обстоятельств, постоянная повышенная ответственность за принятие самостоятельных решений и их последующая реализация;
- измененные условия коммуникации с Землей, связанные с задержкой передачи информации из-за времени прохождения сигнала, возможными перерывами в связи, что приводит к принципиальному изменению ныне существующего взаимодействия наземных центров управления полетом и экипажа;

— чередование гравитационных воздействий на трассе Земля—Марс—Земля, включая пребывание на орбите и поверхности Марса;

- ограниченный период адаптации к гравитации перед выполнением программы деятельности на поверхности Марса;
- повышенный уровень космической радиации;
- работа экипажа в условиях отсутствия магнитного поля Земли.

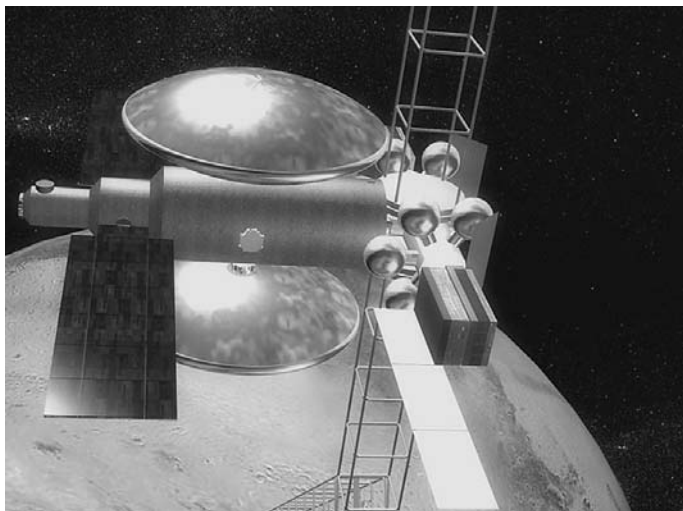
В силу особых условий медико-биологическое обеспечение марсианской экспедиции можно рассценивать как принципиально новую задачу.

Чтобы разработать концепцию медико-биологического обеспечения марсианской пилотируемой экспедиции, необходимо провести опережающие наземные исследования с участием человека. В них изучается состояние здоровья человека, что позволяет весьма эффективно решать многие медико-биологические проблемы космических полетов. Такие эксперименты в сочетании с исследованиями, проводимыми на Международной космической станции и космических аппаратах серии “Бион”, призваны помочь ответить на принципиальный вопрос: как сохранить здоровье и работоспособность экипажа в условиях длительного марсианского полета?

Особое внимание уделяется проблеме возвращения с Марса, ведь обратный полет к Земле займет половину длительности всей экспедиции. По-

сле эмоционального подъема, связанного с работой на марсианской поверхности, необходимость выполнения рутинных процедур потребует от уже уставшего экипажа более значительных усилий, чем на предыдущих этапах. В этих условиях возрастает угроза возникновения конфликтных ситуаций. Особое значение принадлежит психологической совместимости экипажа и выполнению командиром своей функциональной роли.

Существует несколько возможных вариантов осуществления пилотируемой экспедиции на Марс. Перечислим критерии выбора той или иной схемы полета: безопасность экипажа на всех этапах, возможность ее практической реализации в заданном временном интервале, эффективность (достигнутые результаты). К важнейшим параметрам, оказывающим первостепенное влияние на проведение экспедиции, относятся общая длительность полета, время пребывания на поверхности Марса, профессиональные качества членов экипажа. Оптимальным считается состав экипажа из шести человек, что позволит дублировать отдельные функции между его членами с учетом возможной временной нетрудоспособности. Время полета человека на Марс, по разным сценариям, составит 450–900 сут.



Целесообразно провести три наземных модельных эксперимента, сопоставимых по длительности с реальной продолжительностью полета.

В **первом эксперименте** уточняется либо подтверждается ряд существующих на сегодняшний день представлений, относящихся к проблемам медицинского контроля и оказания помощи, управления средой обитания, организации жизни и деятельности экипажа, предварительной отработки отдельных элементов и систем. При этом будут использоваться макетные образцы систем и средства, применяемые при лабораторных исследованиях.

Второй эксперимент ориентирован на детальную отработку принятой концепции медико-биологического обеспечения полета, вновь разработанных опытных образцов систем обеспечения жизнедеятельности и контроля за состоянием здоровья,

средств оказания медицинской помощи, профилактики и контроля состояния среды обитания.

Третий эксперимент, с использованием макета марсианского комплекса, реальных систем жизнеобеспечения и медико-биологического обеспечения, штатной документации, завершает экспериментальную отработку.

Создание принципиально нового космического корабля – **марсианского экспедиционного комплекса** – уже на начальной стадии проектирования потребует от медицины конкретных рекомендаций, поскольку они могут существенно повлиять на его облик.

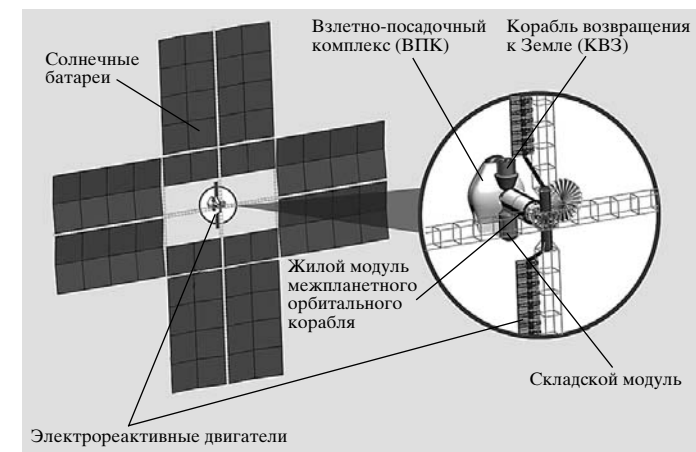
ЦЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ
ПЕРВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Цель первого эксперимента – изучение взаимодействия в контуре "человек–окружающая среда" и получение экспериментальных данных о состоя-

нии здоровья и работоспособности человека. Экипаж находится в изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема при поддержании среды обитания системами обеспечения жизнедеятельности и моделировании основных отличий и ограничений, присущих марсианскому полету. В это время на экипаж воздействуют психологические факторы и факторы среды обитания (за исключением ионизирующей радиации, УФ-облучения, химических веществ). В этих условиях несколько снижается риск развития функциональных нарушений в организме человека.

Задачи эксперимента:

- изучение влияния моделируемых условий марсианской пилотируемой экспедиции на здоровье и работоспособность экипажа;
- организация деятельности экипажа и его взаимодействия с наземным Центром управления при моделировании особенностей, присущих марсианскому полету (сверхдлительность, автономность, лимитированность ресурсов, невозможность оказания экстренной медицинской и психологической помощи);
- отработка новых принципов, методов и средств контроля, диагностики и прогнозирования состояния здоровья и работоспособности, оказания медицинской помощи, средств профилактики, сбора, обработки и анализа медицинской и физиологической информации;
- отработка средств и методов телемедицины для



Проект марсианского экспедиционного комплекса, разработанный РКК "Энергия" им. С.П. Королёва. Он содержит жилой и складской модули межпланетного орбитального корабля, взлетно-посадочный комплекс, корабль для возвращения на Землю и межпланетный буксир (солнечные батареи и электрореактивные двигатели). Рисунок. РКК "Энергия".

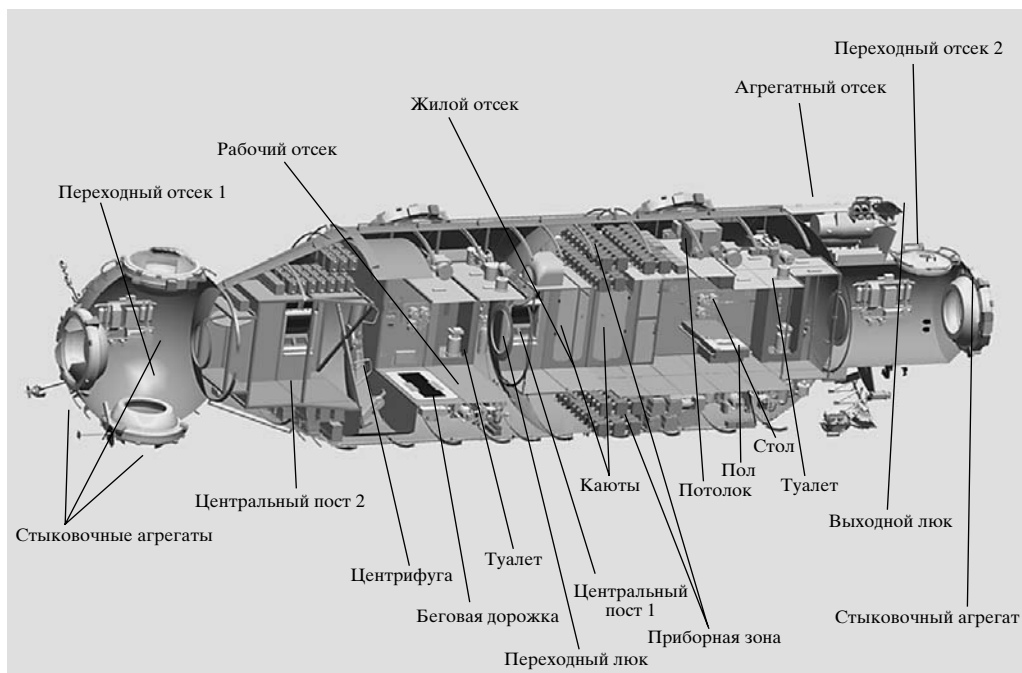
дистанционного контроля за состоянием здоровья каждого члена экипажа;

- отработка принципов, методов и средств контроля и мониторинга среды обитания;
- апробация элементов справочно-информационной системы;
- апробация методов и автономных средств психологической поддержки;
- оценка современных технологий систем и средств обеспечения жизнедеятельности и защиты человека от неблагоприятных факторов полета.

МЕЖПЛАНЕТНЫЙ КОРАБЛЬ И НАЗЕМНЫЙ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

РКК "Энергия" им. С.П. Королёва разработала проект межпланетного космического корабля – **марсианский экспедици-**

онный комплекс, состоящий из пяти основных функциональных частей: жилого модуля межпланетного орбитального корабля, где работает экипаж и размещено все основное оборудование; складского модуля, в котором находятся расходимые материалы (питание, вода, воздух, дополнительное оборудование); межпланетного буксира, обеспечивающего перелет по гелиоцентрической орбите; взлетно-посадочного комплекса и корабля для возвращения на Землю. Жилой (объем 250 м³) и складской модули используются на траектории полета к Марсу, на орбите искусственного спутника Марса и во время возвращения к Земле. Взлетно-посадочный комплекс (объем 50 м³) служит для операций спуска на марси-



Внутренняя компоновка жилого модуля межпланетного орбитального корабля, в котором будет работать экипаж и размещены основное оборудование, бортовые системы. Рисунок. РКК "Энергия".

анскую поверхность и взлета с нее, он пристыковывается к жилому модулю. Корабль возвращения (объем 20 м³), применяемый на заключительном этапе полета для посадки на Землю, также стыкуется с жилым модулем. Жилой и складской модули, взлетно-посадочный комплекс и корабль возвращения прикреплены штангами к межпланетному буксиру и находятся внутри него. Межпланетный буксир состоит из огромных панелей солнечных батарей размахом 700 м, вырабатывающих электроэнергию мощностью 15 МВт для питания электрореактивных двигателей тягой 300 Н. Стартовая масса марсианского экспедиционного комплекса — до

600 т, он собирается на околоземной орбите. Во время марсианской экспедиции невозможно будет доставлять дополнительные ресурсы на экспедиционный комплекс, как это делают запускаемые грузовые корабли "Прогресс" при снабжении МКС. Поэтому предполагается организовать, наряду с контролем со стороны наземного персонала, самостоятельный контроль потребления экипажем продуктов питания, запасов воды и воздуха, электроэнергии, средств гигиены и медицинской помощи.

Компоновка **наземного медико-технического комплекса** принята с учетом этого проекта, исходя из необходимости создания приемлемых условий

для жизни, деятельности, безопасности экипажа, находящегося в ограниченном пространстве в течение длительного времени. В наземный комплекс Института медико-биологических проблем РАН, где пройдет первый эксперимент, входят две основные части марсианского экспедиционного комплекса: корабль (жилой модуль) и взлетно-посадочный комплекс. В состав корабля, представляющего собой расширенный вариант жилого модуля с дополнительными объемами, входят три герметичных модуля (экспериментальные установки — ЭУ), соединенные между собой переходными отсеками. Объемы модулей: 100 м³ (ЭУ-100), 150 м³ (ЭУ-150) и 250 м³ (ЭУ-250),

взлетно-посадочного комплекса – 50 м³ (ЭУ-50). Наземный комплекс содержит также имитатор марсианской поверхности, наземный пульт управления экспериментом, обслуживающие системы. На имитаторе марсианской поверхности отрабатывается деятельность экипажа на Марсе.

Модуль **ЭУ-150** – жилой отсек с шестью индивидуальными каютами для членов экипажа (площадь 2.8–3.2 м²), кухня-столовая на шесть человек, салон для отдыха и общих сборов, главный пульт управления, туалет. Модуль **ЭУ-100** – медико-технический, где расположены медицинская аппаратура для контроля состояния здоровья, углубленных медицинских исследований, оказания лечебно-профилактической помощи, комплекс аппаратуры для проведения телемедицинских, микробиологических и токсикологических исследований, два спальных места, оборудование для приготовления и приема пищи, туалет. В этом модуле может размещаться заболевший испытуемый для лечения. В модуле **ЭУ-250** есть тренажерный зал, сауна, санузел, экспериментальные оранжереи, хранилища продовольствия, белья, расходных элементов и запасных блоков. Модуль **ЭУ-50** моделирует взлетно-посадочный комплекс, в котором экипаж совершает посадку и взлет с поверхности Марса. Он рассчитан на трех членов экипажа, оборудован тремя спальными местами, в

нем два рабочих места, санузел, небольшая кухня и пульт управления.

Модули соединяются друг с другом с помощью переходных отсеков и люков. Каждый модуль представляет собой независимую систему, включающую в себя системы жизнеобеспечения, электрообеспечения, управления. Такое разделение должно повысить надежность отдельных модулей и всего комплекса.

СЦЕНАРИЙ ПЕРВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

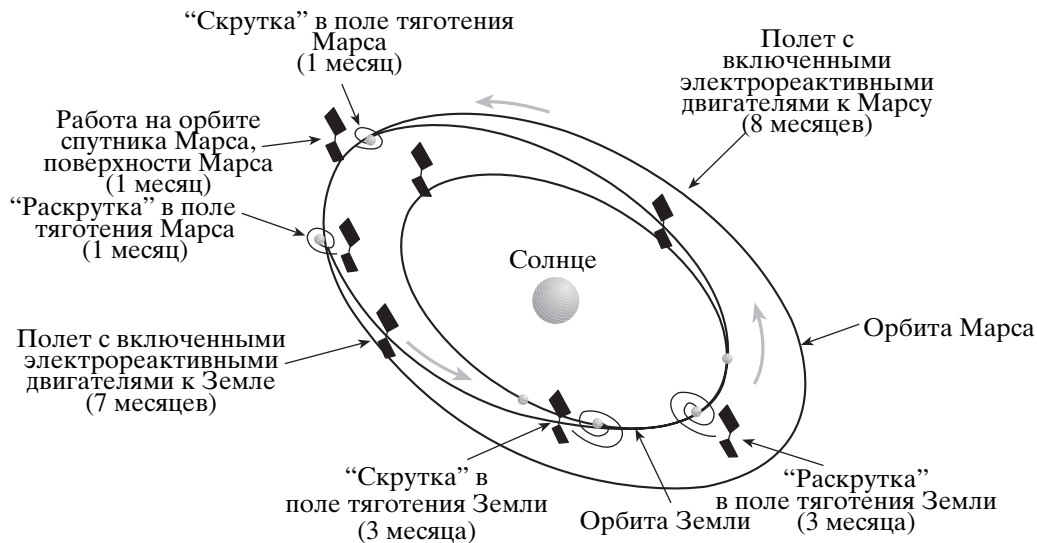
Согласно этому сценарию, общая длительность экспедиции – до 520 сут (с возможностью продления до 700 сут), куда входит время полета по гелиоцентрической орбите от Земли до Марса – 250 сут, пребывание на орбите и поверхности Марса – не более 30 сут, обратный перелет Марс–Земля – 240 сут; экипаж из шести человек; на поверхности Марса работают три–четыре человека.

В ходе наземного эксперимента моделируются основные условия марсианского полета (исключая невесомость, магнитные поля и радиационные воздействия): сверхдлительность (не менее 520 сут); автономность существования; ограниченность жизненных ресурсов; особенности коммуникации; необычный режим труда и отдыха (сменные дежурства в ночное время на главном пульте управления); изоляция в ограниченном объеме; парамет-

ры регулируемой окружающей среды; основные виды работ на марсианском корабле (например, операции по стыковке и управлению космическим кораблем при изменении траектории полета); размещение и учет грузов; питание; санитарно-гигиенические процедуры. Главное внимание уделено моделированию психологических и биомедицинских аспектов фактора автономности деятельности экипажа при полете к Марсу. Для этого предполагается поручить экипажу самостоятельно:

- контролировать и поддерживать параметры среды обитания;
- организовать свою деятельность, режим труда и отдыха;
- контролировать, заниматься профилактикой, корректировать физическое и психическое состояние;
- оказывать медицинскую помощь в случае необходимости;
- принимать решения в нештатных ситуациях.

Для моделирования пребывания экипажа на поверхности Марса предполагается разделить экипаж на две группы (через 250 сут после начала наземного эксперимента) и временно изолировать (до 30 сут) трех членов экипажа в модуле ЭУ-50. Моделируется воздействие чередования микрогравитации и перегрузок на организм членов экипажа в течение трех недель перед началом посадки на Марс. Испытуемые выполняют основные виды деятельности на имитаторе марси-



Основные этапы марсианской пилотируемой экспедиции. Рисунок. РКК "Энергия".

анской поверхности (сбор образцов грунта, видеосъемка, установка оборудования) с использованием специализированных тренажеров и скафандров.

В наземном эксперименте воспроизводятся следующие этапы 520-суточного полета к Марсу:

- по спиральной траектории в поле тяготения Земли (2–50 сут эксперимента);

- по гелиоцентрической орбите до Марса (51–200 сут);

- по спиральной траектории в поле тяготения Марса ("скрутка"; 201–246 сут);

- на околомарсианской орбите со спуском взлетно-посадочного модуля на поверхность планеты и возвращением на корабль (247–278 сут); в этот период предполагается разделение экипажа на две подгруппы из трех человек:

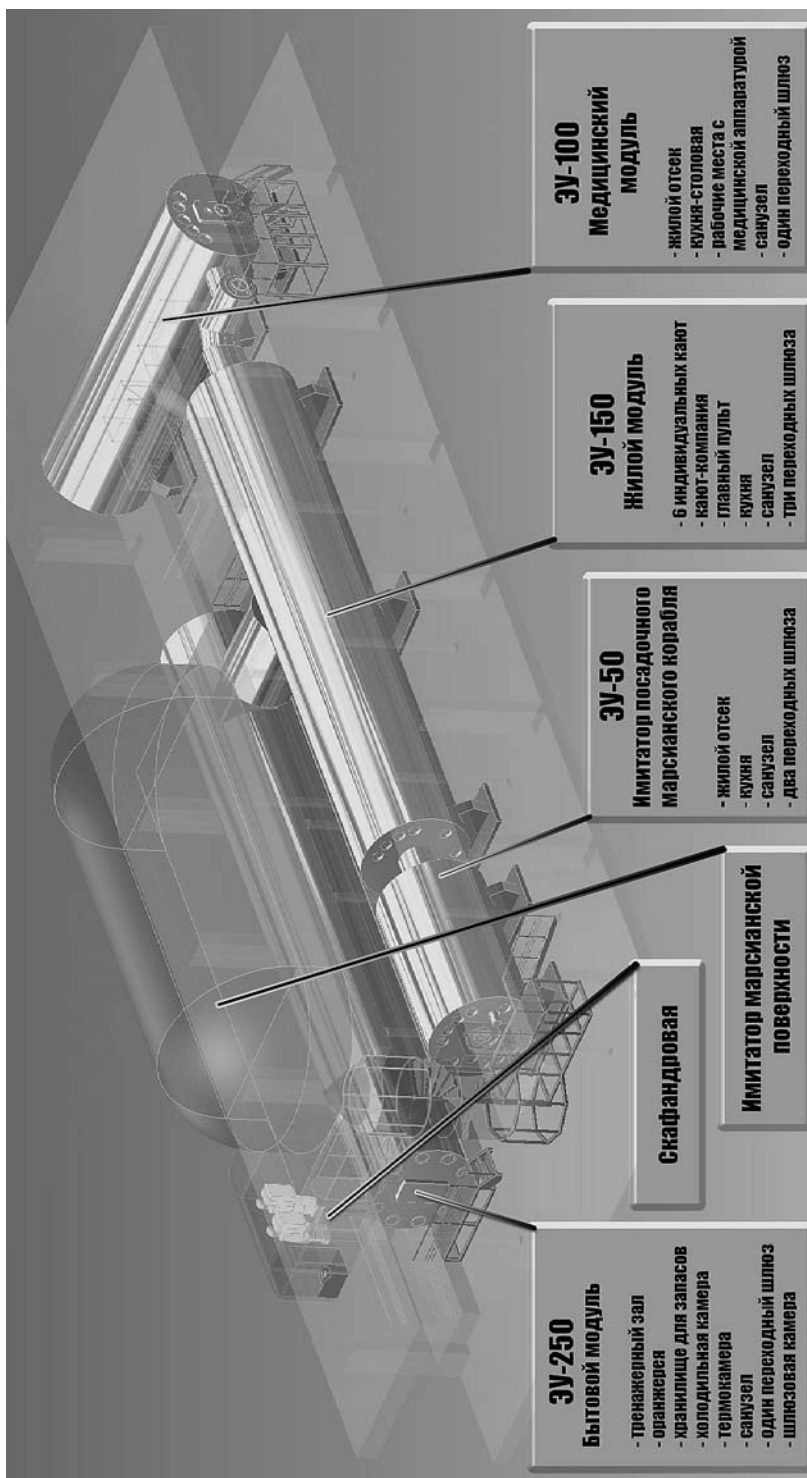
члены экипажа, "работающие на Марсе", 21 сутки моделируют ситуацию перехода к марсианской гравитации (планируется имитация трех выходов на поверхность Марса группы из двух испытателей), три члена экипажа, находящиеся в макете марсианского комплекса, осуществляют круглосуточное наблюдение и связь с экипажем взлетно-посадочного модуля;

- по спиральной траектории в поле тяготения Марса ("раскрутка"; 279–319 сут), при этом испытатели, участвующие в операциях выхода на поверхность, после возвращения на корабль подвергаются режиму 5-суточного карантина (279–283 сут), остальные члены осуществляют операции по управлению динамическим объектом, имитирующие начало возвращения к Земле;

- по гелиоцентрической орбите до Земли (320–470 сут);

- по спиральной траектории в поле тяготения Земли (471–520 сут).

Организация режима труда и отдыха экипажа будет осуществляться по графику с учетом необходимости ночного дежурства одного члена экипажа на пульте управления (кроме командира экспедиции). Во время эксперимента предполагается не перегружать экипаж аварийными нештатными ситуациями. На разных стадиях эксперимента, моделирующих определенные этапы полета, организация труда и отдыха отличаются. При моделировании пребывания на околомарсианской орбите и поверхности Марса используется длительность марсианских суток. При определении основных видов активности эки-



Наземный медико-технический комплекс, расположенный в Институте медико-биологических проблем, где будет проводиться эксперимент. Он состоит из четырех модулей, имитатора марсианской поверхности, пульта управления и обслуживающих систем. Рисунок. ИМБП.



Модуль ЭУ-150: а) фрагмент интерьера индивидуальной каюты; б) часть интерьера салона для отдыха и общих сборов, справа – вход в коридор. Фото. ИМБП.

пажа учитываются принципиальные положения. Во-первых, приоритет отдается научным и технологическим исследованиям, направленным на создание эффективной системы медико-биологического обеспечения марсианской экспедиции. Во-вторых, реализация принципа самоорганизации и самоуправления сопровождается передачей большинства контролирующих и решающих функций экипажу. Перечислим главные виды деятельности экипажа.

Выполнение научной программы эксперимента осуществляется на основе планирования и организации исследований самим экипажем (примерная циклограмма составлена Центром управления экспериментом). На это отводится не менее 4 ч в день. Предусматривается возможность проведения членами экипажа личных научных исследований. За

весь период эксперимента на научную программу каждый испытатель затратит около 1500 ч рабочего времени.

Поддержание физического и психического здоровья осуществляется при регулярном медицинском контроле, включая контроль психического состояния. Основываясь на нем, врач экипажа принимает решение о проведении профилактических и лечебных мероприятий, при необходимости обращаясь за помощью в Центр управления экспериментом. Предусмотрены ежедневные физические тренировки продолжительностью 1 ч.

Контроль параметров регулируемой среды внутри комплекса, проводящийся в течение рабочего дня, а также регулярный токсикологический и микробиологический контроль.

Контроль и учет потребляемых ресурсов –

пищи, воды, расходных материалов, запасных частей, ресурсов системы жизнеобеспечения.

Регулярное проведение санитарно-гигиенических мероприятий – поддержание оптимальных бытовых условий в наземном медико-техническом комплексе. Оно обеспечивается периодическими и генеральными уборками помещений, очисткой воздуха от пыли и микроорганизмов, обработкой интерьеров модулей с помощью специальных дезинфицирующих средств.

Освоение членами экипажа смежных профессий, совершенствование языковой подготовки.

Время проведения первого наземного эксперимента разделено на пятнадцать 35-суточных циклов. В конце каждого из них планируется углубленный медицинский контроль, предваряемый микробиологическим и токсикологи-

ческим контролем среды обитания. На 175–176-е сут и 350–351-е сут будут проводиться углубленные медицинские обследования с использованием телемедицинских технологий при участии специалистов наземной медицинской службы. У каждого члена экипажа – своя каюта для работы и отдыха.

К испытателям-добровольцам предъявляются **профессиональные требования**: практикующего врача, владеющего методами неотложной медицинской помощи; врача-исследователя, владеющего навыками клинической лабораторной диагностики; биолога; инженера – спе-

циалиста по системам жизнеобеспечения; инженера – специалиста по электротехнике; инженера – специалиста по механике; инженера – специалиста по вычислительной технике. Врач вместе с другими членами экипажа при необходимости может оказывать квалифицированную медицинскую помощь, консультируясь с наземной медицинской службой.

Условия планируемого эксперимента, связанные с автономностью, жизнью и работой в течение длительного времени в изоляции, потребуют от будущих участников, помимо хорошего здоровья и высокого профессионализма в ка-

кой-либо области, определенных психологических качеств. В эксперименте будут представлены следующие направления исследований: *групповая и индивидуальная психология, клинико-физиологические, биохимические, иммунологические, санитарно-гигиенические, биологические, микробиологические и операционно-технологические исследования*. Проведение первого наземного эксперимента позволит апробировать элементы “технологии жизнеобеспечения” экипажа марсианской экспедиции и выбрать из возможных альтернативных решений наиболее эффективные.

НОВЫЕ КНИГИ

К юбилею академика Р.З. Сагдеева

К 75-летию выдающегося ученого вышла книга **“Академик Роальд Сагдеев”** (составитель Н.А. Сахибуллин; Казань: издательство “Фэн” Академии наук Республики Татарстан, 2007). Это сборник статей, связан-



ных с деятельностью академика Р.З. Сагдеева, бывшего директора ИКИ РАН (1973–1988), сейчас работающего в США. В нее вошли многочисленные интервью с Р.З. Сагдеевым о развитии науки в нашей стране и за рубежом, российско-американском сотрудничестве. Опубликованы автобиография Р.З. Сагдеева, краткие биографические сведения о юбиляре, его заслугах в науке, научном наследии и наградах, дружеские поздравления.

Издание адресовано широкому кругу читателей.

“Россыпь Ориона в зените” (ЗВЕЗДНОЕ НЕБО В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ)

Е. Б. ГУСЕВ,
доцент Рязанского государственного университета
им. С.А. Есенина

Автор предлагает читателю (учителю, любителю астрономии, учащемуся) взглянуть на звездное небо глазами писателей и оценить научную достоверность приводимых ими описаний.

Первой темой, до сих пор традиционно изучаемой в курсах общей и элементарной астрономии, является “Сферическая астрономия”. Это трудный материал для усвоения. Умение ориентироваться в пространстве принципиально необходимо для построения систем астрономических координат, выяснения связи между вращением и обращением Земли вокруг Солнца с суточным вращением небесной сферы и изменением вида звездного неба в течение суток и года. Не случайно многие важные открытия основывались на наблюдениях звездного неба. Сошлемся на поддержку из трудов **Аристотеля** (384–322 гг. до н.э.):

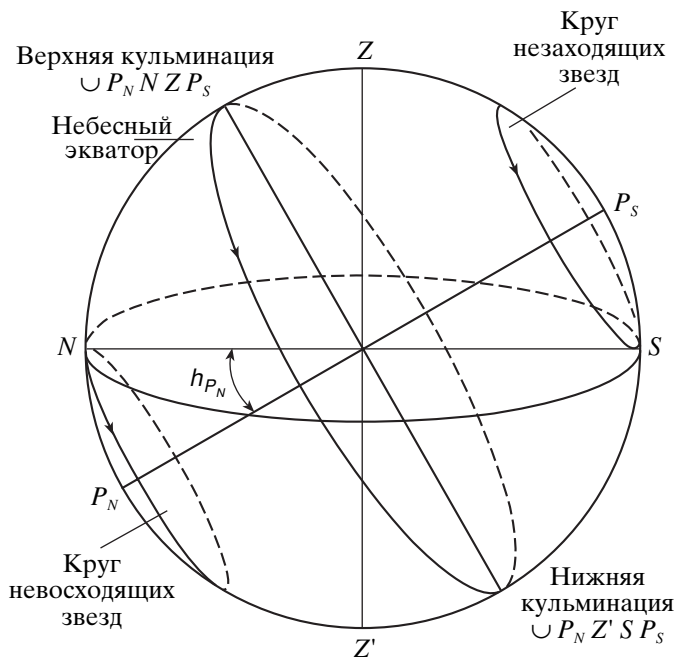
“Стоит нам только переместиться к югу или северу, как горизонт явственно становится другим: картина звездного неба над головой значительно меняется, и при переезде на север или на юг видны не одни и те же звезды. Так, некоторые звезды, видимые в Египте и в районе Кипра, не видны в северных странах, а звезды, которые в северных областях видны постоянно, в указанных областях заходят. Таким образом, из этого ясно не только то, что Земля круглой формы, но и то, что она небольшой шар; иначе мы не замечали бы [указанных изменений] столь быстро в результате столь быстрого перемещения...”

Учащиеся и в наше время удивляются тому, как этот древнегреческий ученый, не располагавший даже точными угломерными инструментами, пришел к такому правильному выводу. Известно, что идею о шарообразности Земли Аристотелю подсказала

форма тени Земли во время лунных затмений.

Для закрепления учебного материала по сферической астрономии, а также при составлении заданий для всякого рода контрольных работ и олимпиад можно использовать описания ночного неба, встречающиеся в художественной литературе. В произведениях талантливых авторов описание астрономического явления, как правило, имеет научную достоверность, окрашенную эмоциями крупного художника.

Астрономические сюжеты часто встречаются в произведениях **И.А. Бунина**. Он хорошо знал звездное небо, умел находить на нем планеты. В рассказе “Воды многие”, где описывается морское путешествие на Цейлон (16 февраля 1911 г.), читаем: “В шесть часов вечера, тотчас после заката Солнца, увидал над самой головой, над мачтами, в страшно большом и еще светлом



Суточное движение звезд в Южном полушарии.

При z , примерно равном 90° , $\varphi = -30^\circ$. Невосходящими на такой широте являются звезды, у которых $\delta > (90 + \varphi)$. На такой широте действительно не видны яркие звезды Большой Медведицы (а именно их, вероятно, хотел увидеть герой произведения), за исключением звезды Дубхе, имеющей наибольшее склонение. Методический интерес представляет также сопоставление суточного движения звезд в Южном и Северном полушариях. В Южном полушарии вблизи верхней кульминации движение звезд, Солнца, Луны происходит справа налево.

Полученное значение широты не противоречит тексту повести, указывающему на положение корабля близ восточной оконечности Южной Америки. Что касается «двух маленьких и красивых галактик», то это, очевидно, Большое и Малое Магеллановы Облака. Склонения этих галактик – крупнейших спутников нашей Галактики – $\delta \approx -70^\circ$. На небе Южного полушария они всегда видны в южной стороне неба («на зюйд»).

Вернемся в родные северные широты. Из рассказа современного писателя **А.П. Хлуденёва** «Вечернее свечение»: «Поздним вечером я шел к железной дороге. За спиной – кошелка твердых подбе-

графической карте, определив расстояние, на котором находятся объекты, видимые на горизонте.

Со строками из рассказа И.А. Бунина перекликаются впечатления ленинградского писателя-маририста **В.В. Конецкого**: «1 ноября... Южный Крест, слава богу, уже низко над горизонтом... И ностальгически грущу по Медведице. Ночью глядел на небеса в бинокль. Прощался с двумя маленькими и очень красивыми галактиками. Они правее Млечного Пути, если смотреть «на зюйд» (из повести «Непутевые портреты с морским пейзажем»).

Прежде всего оценим географическую широту, на которой находился наблюдатель. Вблизи Южного полюса мира нет яркой звезды. Характерное со-

звездие южной небесной полусферы – Южный Крест. Координаты центра созвездия: $\alpha \approx 12.5^h$, $\delta \approx -60^\circ$. Оценим положение Южного Креста в местную полночь на приведенную в рассказе дату. Вспомним, что $s \approx s_0 + T_m$. Для 1 ноября звездное время в гринвичскую полночь $s_0 = 2^h40^m$. Отсюда следует, что в искомую местную полночь звездное время $s \approx 2^h40^m$. Из формулы $s = t + \alpha$, находим часовой угол центра созвездия: $t = 2^h40^m - 12^h30^m \approx -10^h = 14^h$. Это означает, что наблюдатель видел звезды Южного Креста вблизи южной кульминации.

Формула, связывающая δ , φ и z для звезды, находящейся в нижней кульминации на южном небе, имеет вид:

$$z - \delta = 180^\circ + \varphi;$$

$$\varphi = z - \delta - 180^\circ.$$



Восходят “зимние” созвездия.

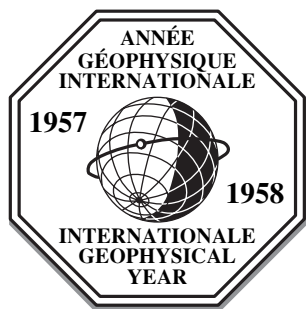
резовиков, плечо резал ремень, ноги запарились в резиновых сапогах... Во всю полыхала заря, и сбоку, южнее, висел нарождавшийся тонкий месяц – горбом вправо. На чистом фиолетовом небе проступило созвездие, похожее на сносимый ветром парашют. Щепотью конопляных семян обозначились Стожары”.

Оценим достоверность описания автором звездного неба. Звездное скопление Плеяды (Стожары)

в начале осени поздним вечером видно в юго-восточной стороне неба. Можно также предположить, что созвездием, похожим на парашют, была верхняя по отношению к горизонту часть созвездия Ориона. Фиолетовый цвет восточной стороны неба в это время определяется конусом земной тени, проецируемой на небосвод, что особенно заметно по сравнению с зарей в западной части неба. Фаза молодой Луны соответ-

ствовала возрасту двое-трое суток. К полуночи осенью на небе становятся видны такие “зимние” созвездия, как Орион, Телец, Близнецы, Малый Пес. Похоже, автор рассказа – внимательный наблюдатель.

Таким образом, художественная литература может не только доставлять удовольствие при ее чтении, но и использоваться в преподавании астрономии в качестве интересного дидактического материала.



Исследование климата Земли от МГГ до наших дней

И. Л. КАРОЛЬ,
доктор физико-математических наук
А. А. КИСЕЛЁВ,
кандидат физико-математических наук
Главная геофизическая обсерватория
им. А.И. Воейкова
(Санкт-Петербург)

Международный геофизический год (МГГ) – отправная точка отсчета в становлении многих современных наук о Земле, в том числе и таких, как химия атмосферы, спутниковые метеорология и климатология. В последовавшем за МГГ десятилетии была значительно расширена мировая сеть метеорологических станций, начались регулярные измерения содержания в атмосфере углекислого газа, возникли международные проекты комплексных измерительных программ. В те же 1960-е гг. ведущие мировые державы провели очередную серию ядерных испытаний, а затем мониторинг попавших в окружающую



среду радиоактивных продуктов ядерных взрывов. Анализ их распространения наглядно показал, что наступил момент,

когда антропогенное влияние на природную среду стало заметным не только в локальном, но и в глобальном масштабе.

ТРИ КЛЮЧЕВЫХ МОМЕНТА

Еще в 1974 г. “патриарх” отечественной и мировой

климатологии, возглавлявший в период МГГ Главную геофизическую обсерваторию (ГГО) им. А.И. Воейко-

ва, академик **М.И. Будыко** в книге “Изменение климата” (1974) констатировал: “...сейчас не суще-



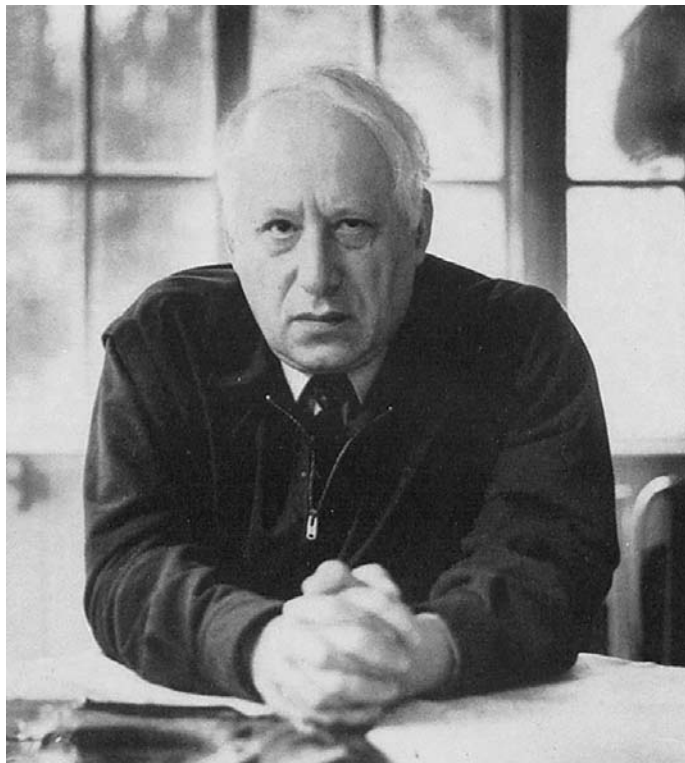
Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова в Санкт-Петербурге, основанная более 150 лет назад, в период МГГ была своеобразным центром российских климатологов. В ней разрабатывались методики наблюдений на станциях МГГ и шла обработка результатов.

ствуется общепринятого мнения о причинах изменений и колебаний климата как для современной эпохи, так и для геологического прошлого". К середине 1970-х гг. сложилась ситуация, когда на основе накопленной за предыдущие годы метеорологической и климатологической информации стал возможным и востребованным серьезный прогресс в теоретических изысканиях. В дальнейшем развитии большинства наук о Земле сыграли (и продолжают играть) определяющую роль три ключевых момента.

Во-первых, революционный прорыв в области компьютерной техники в последней четверти XX в. создал предпосылки для развития численного математического моделирования. Напомним, что первые гидродинамические модели атмосферы созда-

ны в 1930-е гг. в ГГО им. А.И. Воейкова математиками Н.Е. Кочиным и в 1940-е гг. — И.А. Кибелем. Но сложная система уравнений, входивших в эти модели, не имела аналитического решения и мог-

ла быть решена лишь с помощью приближенных численных методов. Поэтому практическое применение моделей было ограниченным. И вот спустя полвека появление нового поколения моделей общей циркуляции атмосферы оказалось подкреплено широким внедрением компьютеров, мощность которых уже позволяла ставить и решать задачи такого класса.



Академик Михаил Иванович Будыко (1920–1981), директор ГГО им. А.И. Воейкова в период МГГ.



Актинометрический павильон ГГО в поселке Воейково, под Санкт-Петербургом, где в период МГГ были начаты регулярные измерения содержания озона в атмосфере.

Во-вторых, в последние 50 лет для сбора метеорологической информации начали широко использовать искусственные спутники Земли. В последующие десятилетия был организован и успешно проведен ряд международных программ, направленных на получение, архивацию, обработку и анализ спутниковой информации. Осуществление этих программ стало реальным, поскольку мировое сообщество постепенно осознало важность изучения эволюции среды нашего обитания. Преимущества такого способа сбора необходимой информации очевидны. Информация поступает регулярно, измерениями охватываются многие труднодоступные области планеты.

В-третьих, результаты наблюдений в 1960–1970-х гг. и опыт международного сотрудниче-

ства со всей очевидностью показали, что целесообразно, более того – жизненно необходимо! – объединение усилий всех экономически развитых государств по изучению окружающей среды и ее охране. Первой ласточкой в признании коллективной ответственности за состояние окружающей среды стало принятие *Венской конвенции ООН* (1992) по изменению климата. В последующие годы возникли многие исследовательские проекты, инициированные или патронируемые либо международными организациями (например, Всемирной метеорологической организацией,

ВМО), либо правительствами ведущих мировых держав. В СССР во главе этих исследований стоял директор ГГО, климатолог, физик атмосферы и эколог, лауреат Ленинской премии и Международной премии “Голубая планета” академик М.И. Будыко.

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОГРАММ

Первым после МГГ глобальным проектом изучения атмосферы в 1960-х гг. стала Программа исследований глобальных атмосферных процессов (ПИ-ГАП, Global Atmospheric Research Program – GARP). Задача проекта – получение согласованных полей метеорологических элементов в различных уголках земного шара. Она состояла из нескольких подпрограмм, а первую крупную ее часть составлял



Проверка озонметров на крыше Актинометрического павильона ГГО (пос. Воейково) перед их отправкой на станции озонметрической сети.

Наблюдения прямой солнечной радиации по актинометру в Антарктиде. Обнаружены высокие ее величины, в чем заключается один из парадоксов ледяного материка.

Тропический эксперимент TROPEX (1975), в ходе которого измерения проводились в тропической зоне Атлантического океана, у западного африканского побережья с участием почти десятка научно-исследовательских судов и нескольких самолетов-лабораторий (СССР, США, страны Западной Европы). Другой подпрограммой ПИГАП, выполнявшейся в течение всего 1979 г., был Первый глобальный эксперимент (ПГЭП). Отсюда берут свое начало современные массивы глобальных метеорологических данных.

Всемирная программа исследования климата ВПИК (World Climate Research Program – WCRP) интенсивно разрабатывается с конца 70-х гг. XX столетия; в нее включен ряд крупных разноплановых наблюдений. Так, проект Тропический океан–Глобальная атмосфера (Tropical Ocean Global Atmosphere – TOGA) завершился к 1990 г. полным описанием явления Эль-Ниньо в тропической части Тихого океана (Земля и Вселенная, 1998, № 4). В соответствии с экспериментом “Глобальный энерго-влагообмен” (ГЭВЭКС) с 1989 г. ведутся измерения процессов взаимодействия между атмосферой и поверхностью суши в ряде

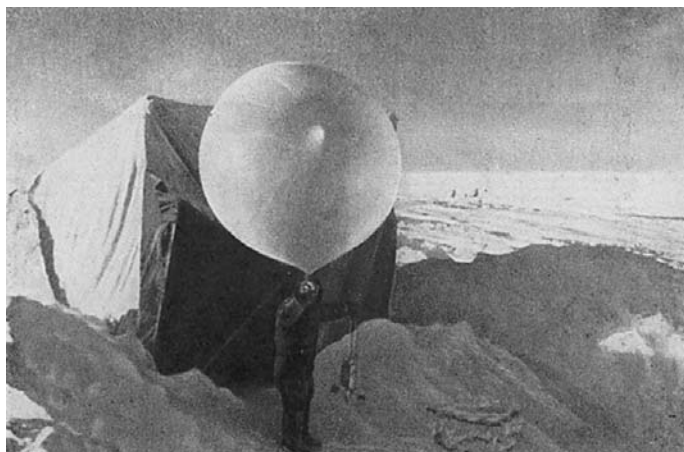


регионов Земли. С 1992 г. программы “Стратосферные процессы и их роль в климате” (Stratospheric Processes and their Role in Climate – SPARC), “Изменчивость климата” (Climate Variability and Predictability – CLIVAR) и ряд других координируют усилия ученых развитых и крупных развивающихся стран (Китай, Индия) в исследованиях отдельных составляющих климатической системы и их взаимодействий в разных регионах. В Научно-организационном комитете, как и в самой ВПИК, ныне активно работают специалисты разных стран, включая Россию.

Составными частями подпрограмм ВПИК стали **спутниковые измерения**. Начатые в 1960–1970-х гг. с помощью спутниковых систем США, СССР, а ныне и других стран проводятся глобальные измерения температуры атмосферы и

подстилающей поверхности, влажности почвы, радиационных свойств облаков и поверхности суши, газового и аэрозольного состава атмосферы и т.п. Со спутников получены сведения также об интенсивности осадков на морях и океанах и о глобальных распределениях уровней океанов по земному шару, позволившие количественно уточнить водообмен между океанами, определяемый обычно по данным о поверхностных дрейфовых (ветровых) течениях.

Значительное внимание ВПИК уделяет модельным исследованиям и составлению архивов данных. Специальная рабочая группа по численному экспериментированию, организованная еще в системе ПИГАП, создала подпрограммы по сравнению моделей глобальной циркуляции (атмосферы и совместной атмосфера–оке-



Запуск метеорологического радиозонда на станции "Восток-1" (Антарктида) в период МГГ.

ан), что необходимо для сертификации моделей – мощного современного инструмента климатологии и метеорологии.

Помимо этих международных, в основном глобальных, измерительных программ в последние десятилетия проводились многие, ограниченные в пространстве и времени, "полевые" эксперименты. В них участвовали специалисты США, Канады, Западной Европы, Японии и использовались наземные самолётные, аэростатные, ракетные и иногда спутниковые измерения, чаще в полярных регионах. Например, *Программа наземных и самолетных измерений озона в Антарктике* (Antarctic Airborne Ozone Experiment – ААОЕ), созданная в 1987 г., посвящалась исследованию "озонной дыры" в весенней стратосфере над ледовым материком. Объяснение феномену было найдено.

Существенное достижение методов измерений – определение климатических характеристик (не только температуры, но и

состава атмосферы) в прошлые ледниковые и межледниковые периоды. Новые прецизионные методы позволили определять концентрацию таких "малых газов", как углекислый газ и метан, в пузырьках воздуха **в годичных слоях материковых льдов** Антарктики и Гренландии, а также изотопы кислорода ^{18}O и дейтерия ^2H (их содержание измерялось еще и в слоях донных отложений в некоторых регионах Мирового океана). В последние годы были получены временные ряды температуры приземного воздуха, содержания углекислого газа и метана, нерастворимой минеральной пыли за четыре последних ледниковых и межледниковых периода (по данным станции "Восток", всего за 420 тыс. лет). В ледниковые периоды снижение температуры в полярных областях сопровождалось изменением содержания в воздухе тех или иных газов. Этим подтверждается тесная связь климата с содержанием в атмосфере парниковых газов. Кроме

того, такие сведения позволяют изучить и установить связи характеристик палеоклимата с колебаниями параметров орбиты Земли: эксцентриситета, угла наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты (то есть с механизмом Миланковича).

В конце 1980-х гг. начала работу *Межправительственная группа экспертов по изменению климата МГЭИК* (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), основной задачей которой является составление обзоров. Обычно они состоят из трех томов (каждый подготавливается отдельной рабочей группой). Первый том посвящается собственно исследованиям климата, второй – последствиям его изменения, третий – рекомендациям по выработке стратегии смягчения этих последствий. Такие обзоры выходили в свет в 1990, 1995, 2001 гг. Четвертый вышел в ноябре 2007 г. Обзоры содержат достаточно глубокий анализ состояния наблюдений за климатом и климатоформирующих факторов во всех составляющих климатической системы (в атмосфере, океане, биосфере, криосфере, на поверхности суши), оценки их ожидаемых изменений (чаще – модельные) и направляют дальнейшие исследования, указывая на нерешенные проблемы. С каждым томом МГЭИК все более опреде-

ленно (в последнем из них — “с вероятностью 90%”) указывает на антропогенные причины наблюдаемого глобального потепления. Обзоры МГЭИК дают наиболее полную и объективную оценку современного состояния и ожидаемого изменения глобального и регионального климата. В октябре 2007 г. стало известно, что деятельность МГЭИК по оценке современного состояния климата и вероятных будущих изменений получила высокое международное признание — всей группе его экспертов вместе с бывшим вице-президентом США Альбертом Гором присуждена Нобелевская премия мира (Земля и Вселенная, 2007, № 1).

Создан и активно развивается новый раздел климатологии — мониторинг факторов, формирующих глобальный и региональный климат и его изменения. Образованы глобальные сети станций, измеряющих содержание парниковых газов (CO_2 , NH_4) и аэрозолей в нижней и средней атмосфере, а также колебания спектрального состава и общей интенсивности излучения Солнца. Оцениваются изменения свойств подстилающей поверхности и облаков, влияющих на радиационный режим системы Земля–атмосфера. Исследуются атмосферные циклы климатоформирующих факторов в разных масштабах времени и пространства. Прежде всего создана модель углеродного цикла, охватывающе-

го, по существу, почти все геосферы Земли. Она описывает явления, протекающие в биосфере суши и океана, в поверхностном и глубинном слоях океанов, поведение аэрозолей, учитывает изменения радиационных характеристик облаков и подстилающей поверхности, вызванных, прежде всего, хозяйственной деятельностью человека.

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Признание того, что климат все больше зависит от человека, породило необходимость ведения и планирования мировой хозяйственно-экономической деятельности с оглядкой на возможные последствия, не только сиюминутные, но и грядущие. Возникла потребность оценки характера и размера изменений окружающей среды и климата, обусловленных **антропогенными причинами**. В решении этой задачи использованы методы математического моделирования. Модели различного уровня сложности, по сути, единственный инструмент для прогнозирования эволюции климатической системы Земли, эффективный и безопасный. Уже потому, что нормальное состояние земной экосистемы — обязательное условие выживания человечества, к ней в полной мере применима основополагающая заповедь медицины: “Не навреди”. Любое предложение крупномасштабных экспериментов над природой должно предварительно подвер-

гаться всесторонней жесткой международной экспертизе с неременным “проигрыванием” соответствующих сценариев на возможно большем числе моделей.

В 1980-е гг. модели общей циркуляции относились главным образом к атмосфере. Они позволяли на базе классической системы уравнений гидродинамики Навье–Стокса рассчитывать основные метеорологические параметры (температуру, влажность, скорость ветра, геопотенциал). Иногда к этой системе добавлялся блок расчета содержания наиболее важных для радиационно-термического режима земной атмосферы “парниковых газов” (метана, водяного пара, озона).

Открытие в середине 1980-х гг. “*антарктической озонной дыры*” породило всеобщую обеспокоенность за состояние озонового слоя и дало мощный стимул к изучению и мониторингу озоносферы (Земля и Вселенная, 2003, № 6). В результате в 1987 г. подписан Монреальский протокол, регламентирующий производство и использование хлор- и бромсодержащих озоноразрушающих веществ. Это был первый опыт успешного всеобщего международного сотрудничества в деле охраны окружающей среды. Второе подобное соглашение — по ограничению выброса в атмосферу ряда “парниковых газов” — достигнуто в японском городе Киото. Это известный *Киотский протокол* (1989) (Земля и Вселенная, 1997,



Диаграмма, показывающая соотношение вкладов различных газов и озона в формирование радиационного режима атмосферы. Значения радиационного усиления (форсинга) ряда климатических факторов даны за период 1750–2000 гг. (от начала промышленной революции). Они обусловлены увеличением содержания в атмосфере парниковых газов: 1 – углекислого газа (CO₂), 2 – метана (CH₄), 3 – закиси азота (N₂O), 4 – фреонов (хлорфторуглеродов), 5 – стратосферного озона и 6 – тропосферного озона. Роль роста концентрации CO₂ многократно превосходит влияние всех остальных парниковых газов.

№ 4). Методика модельных экспериментов в обоих случаях требует проведения вычислений за период от десятков до нескольких сотен модельных лет. Таким образом, именно результаты модельных исследований легли в основу международных политико-экономических решений по охране окружающей среды.

Хотя предсказание отклика экосистемы на различные внешние возмущения (кстати, не только антропогенные) есть едва ли не главное назначение моделей, доверие к результатам, полученным на отдельно взятой модели, обеспечивается тем, насколько хорошо она отражает современное состояние окружающей среды. Другими словами, в какой степени ее результаты согласуются с комплексными данными измерений за последние годы и десятилетия. Накопленный опыт работы с моделями общей циркуляции атмосферы вкупе с впечатляющим прогрессом в области компьютерных технологий сделал возможным кардинальное усложнение моделей. В модели 1990–2000-х гг.

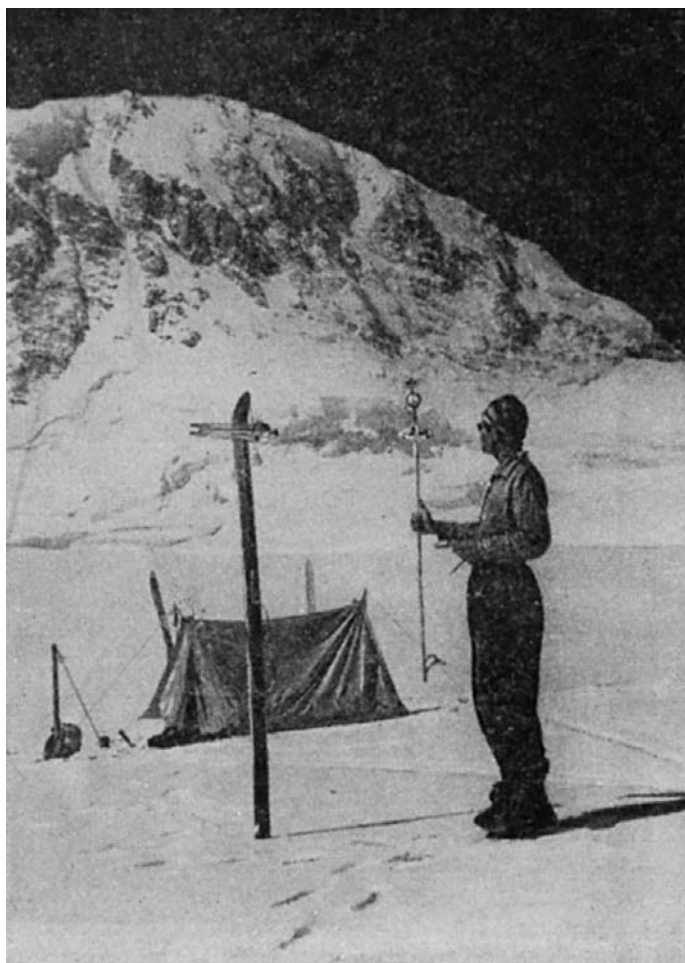
последовательно добавляются или модернизируются блоки, ответственные за подробное описание протекающих в атмосфере фотохимических процессов и тех, что происходят в Мировом океане, совершенствуется учет радиационных процессов в системе суша–океан–атмосфера. Важны также разработка и внедрение новых вычислительных схем и алгоритмов, повышающих быстродействие моделей и точность их результатов. Интенсивное накопление метеорологической и прочей информации, полученной со спутников и наземных станций, привело к необходимости выработать математический аппарат, помогающий объединить и отфильтровать все эти разнородные измерения и далее на их базе создать наиболее оптимальные (с наименьшей ошибкой) поля для каждой из измеряемых величин, разработать алгоритм усвоения данных. Следующим логическим шагом стал учет взаимодействия между различными рассматриваемыми в модели процессами. К тому же в зависимости от стоящих

перед исследователем проблем в модель могут включаться блоки описания литосферных процессов, взаимовлияния растительности и радиационных, фотохимических и динамических процессов. Поэтому можно сказать, что лучшие современные модели аккумулируют комплекс взаимосвязанных блоков. Каждый из них может быть отдельной самостоятельной моделью, вместе они формируют модели окружающей среды. Наряду с глобальными моделями получили распространение региональные, имеющие гораздо лучшее пространственное разрешение и часто использующие результаты вычислений глобальных моделей в качестве задаваемых входных параметров.

Любая из существующих моделей представляет собой компромисс между стремлением детально учесть максимально большое число основных климатоформирующих факто-

ров и реальными возможностями вычислительной техники. Группы авторов моделей ориентированы на решение своего круга задач, следовательно, одни и те же блоки в разных моделях имеют разную степень детализации. Поэтому одна из важнейших составляющих эксплуатации моделей в настоящее время – планомерное сопоставление их результатов. Оно проводится на международных конференциях по сравнению моделей глобальной циркуляции атмосферы и климата. Собравшиеся на них климатологи сопоставляют несколько десятков моделей из разных концов земного шара (в том числе две российские – Института вычислительной математики РАН и Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова). Уже произведены расчеты ряда сценариев эволюции отдельных климатических параметров. Это способствовало существенному улучшению качества самих моделей. Однако приходится констатировать, что у моделей разных авторов порой сильно различающиеся результаты. Сопоставление различных климатических моделей, несомненно, должно быть продолжено.

Для сравнения вклада климатоформирующих факторов в изменение климатического, прежде всего ра-



диационного, режима существуют количественные оценки. Наиболее часто используют **радиационное усиление** (форсинг), определяемое как разность нисходящих и восходящих потоков суммарной радиации на некотором уровне (обычно на тропопаузе) в начале и конце рассматриваемого промежутка времени.

Возможное участие отдельных компонент воздуха в формировании радиационного режима атмосферы относительно "эталонного газа" CO_2 за различные промежутки времени

(как правило, это 20, 100 и 500 лет) оценивается **потенциалом глобального потепления** ПГП (Global Warming Potential – GWP). Он зависит от степени радиационного влияния молекулы газа или частицы на поток радиации и от времени ее пребывания в атмосфере. Для CO_2 это время составляет примерно 100 лет. Данные о ПГП использовались при подготовке Киотского протокола.

Количественно сопоставить ущерб, наносимый озонному слою каким-либо газом с аналогичным ущербом от фреона, поз-

воляет **потенциал озоноразрушения** ПОР (Ozone Depletion Potential – ODP). Он положен в основу ограничений Монреальского протокола.

ТРАМПЛИН ДЛЯ БУДУЩИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы климатологов в период МГГ и последовавшие за ним пять десятилетий составили основу современных исследований

климатической системы. В МГГ и после него сделано немало, но это все – трамплин для будущих исследований. Уже сейчас можно с уверенностью выделить некоторые направления, которые будут востребованы в дальнейшем. Усовершенствование комплексных моделей экосистемы Земли требует всестороннего совершенствования мониторинга важных для формирования

климата физических величин, развития системы национальных природоохранных мероприятий и интеграции их в **Международную систему контроля окружающей среды**.

Все это становится особенно важным ввиду начавшегося глобального потепления климата, которое значительно изменит природные, экономические и социальные условия жизни человечества.

НОВЫЕ КНИГИ

К 50-летию запуска I ИСЗ

ИКИ РАН подготовил к 50-летию космической эры сборник статей **“Первая космическая...”** (научный редактор А.В. Захаров, автор-составитель О.В. Закутняя; М.: Регион-инвест, 2007). Авторы сборника – известные российские и зарубежные ученые в области космонавтики и ракетно-космической техники, инженеры-конструкторы, писатели, общественные деятели, летчики-космонавты. Они размышляют о значении запуска первого спутника, его влиянии на развитие науки и техники, политику, экономику и судьбы человечества.

В книге четыре раздела. В раздел *“Первый простейший”* вошли статьи о том, как создавался первый спутник, о развитии мировой космонавтики в тот период. Их авторы – американский писатель-фантаст Р. Брэдбери, академики Б.Е. Черток,



Т.М. Энеев и Ю.А. Рыжов, доктор Г.Р. Успенский (Россия), У. Хантресс (США) и Р.-М. Бонне (Франция), космонавты Г.М. Гречко и А.П. Александров, писатель В.С. Губарев. Второй раздел, *“Вокруг света за 1,5 часа”*, раскрывает значение запуска I ИСЗ, способствовавшего дальнейшему научно-техническому прогрессу. Своими воспоминаниями поделились доктор физико-математических наук А.Г. Масевич, космонавт Ю.М. Батурин и астронавт Э. Олдрин, профессора Ж. Бламон (Франция),

Я. Зелински (Польша), О. Нишида (Япония), Р. Пеллинен (Финляндия) и другие. Третий раздел, *“Лаборатория в космосе”*, относится к развитию научных исследований в космосе после запуска спутника. Здесь выступили академики Р.З. Сагдеев и А.М. Черепашук, члены-корреспонденты РАН Л.М. Зелёный и М.Я. Маров, доктора Ф. Сингер (США), Б. Хултквист (Швеция), В.Г. Курт, Я.Л. Зиман, О.Л. Вайсберг (Россия). В четвертый, *“Горизонт событий”*, посвященный международному сотрудничеству в изучении космоса и перспективам космонавтики, вошли, в частности, статьи английского писателя-фантаста А. Кларка, академика Н.А. Анфимова, докторов Л.А. Горшкова, Э.М. Галимова (Россия), У. Джонса, Л. Фридмана (США), Г. Хэррендела (ФРГ), профессора Т. Оуэна (США).

Книга иллюстрирована редкими фотографиями из фондов Государственного архива научно-технической документации и будет интересна широкому кругу читателей.

Пыльно-песчаные ураганы Восточной Азии

В.П. ЧИЧАГОВ,
доктор географических наук
Институт географии РАН

Разрушительные мощные ветры, сметающие все на своем пути, – ураганы – сопровождают океанские тропические тайфуны. На суше наряду с разрушительной проявляется и созидательная роль этих ветров. Как подчеркивал выдающийся русский геолог академик Д.В. Наливкин, геологическая история Земли, записанная в отложениях земной коры, создается не только медленными, эволюционными процессами, длящимися тысячелетиями, но и чрезвычайно быстрыми, порой катастрофическими, движениями образующего атмосферу планеты воздуха. Эти, по существу, метеорологические явления способны сильно изменять облик земной поверхности. Обладая огромной транспортирующей силой, они переносят то, что разрушено в одном месте, и откладывают в другом, отстоящем нередко на сотни и тысячи километров. Подобные ветры характер-

ны и для других планет Солнечной системы; известны сильнейшие пыльные бури на Марсе (Земля и Вселенная, 2005, № 1). В основу статьи положен материал, полученный автором при полевых исследованиях в Монголии и Китае, где он изучал последствия ураганов, вызывавших пыльно-песчаные бури.

УРАГАНЫ В ПУСТЫНЯХ АЗИИ

В пределах зоны великих пустынь Африки и Азии (в афро-азиатском аридном поясе) на протяжении голоцена и современной эпохи постоянно возникают сильные песчаные и пыльные бури. Регионы Северной Африки, Аравии, Ближнего и Среднего Востока, Туркменистана, Казахстана, Монголии и Китая испытывают большие разрушительные последствия их деятельности. Афро-азиатские бури имеют разное происхождение. В Восточной Азии они вызываются весенними ураганами особо-

го типа, которые формируются в процессе распада устойчивого зимнего Монголо-Сибирского антициклона.

Трудами замечательных отечественных ученых А.И. Воейкова, В.А. Обручева, Б.А. Федоровича, М.П. Петрова и Д.В. Наливкина установлен радиальный характер растекания воздушных масс в области высокого давления обширного стационарного антициклона. Его распространение особенно характерно для необъятных просторов азиатского континента. Этот процесс вызывает сильные северо-восточные ветры в Синьцзяне, северные – в центральных районах Северного Китая и северо-западные – на востоке Монголии и Китая.

Ураган зарождается на восточной окраине Евразии при взаимодействии двух процессов. Первый – образование традиционных циклонических структур над окраинными азиатскими акваториями и смежными территориями континента. Второй более

З



В

Ю

гический Вестник” сообщал, что “во время Мукденских сражений операциям наших войск мешал сильный ветер с пылью... От этого ветра солнце меркнет, кажется мутно-желтым пятном и на сто шагов не видно человека... Мельчайшая, почти неведомая, желтая пыль забирается повсюду и выпадает такими массами, что, например, в зиму 1899 г. в Тяньцзине во время полной тишины удалось наблюдать за 4 часа... слой выпавшей пыли в 4–5 мм. Подобные дожди обыкновенны зимой и ранней весной в Пекине, Тяньцзине и даже в Шанхае... Иногда двигаться против пыльной стены становится просто невозможно и лучшее, что можно сделать, – это переждать”.

Пять миллиметров пыли, осажженной за 4 часа – огромная интенсивность осадконакопления.

В Китае подобные события, известные с древнейших времен, впервые описаны в 1150 г. до н.э. В современной научной литературе они получили название пыльных ливней (dust rain) и достаточно хорошо изучены.

Особенно крупные разрушения ураганы производят в весенний период после схода снежного покрова в условиях сухой поверхности пустынных и полупустынных равнин. Своеобразием циркуляции

своеобразен. В процессе разрушения антициклона над Таймыром формируется ложбина низкого давления. Продвигаясь на юго-восток, она смыкается с зарождающимся весенним окраинно-континентальным циклоном. В результате образуется крупная вихревая структура на огромной территории – от южной окраины Байкала до Желтого моря. После двухдневного квазистационарного “стояния” над Восточной Монголией ураганные

ветры отсюда “выстреливают” огромным количеством песка и пыли.

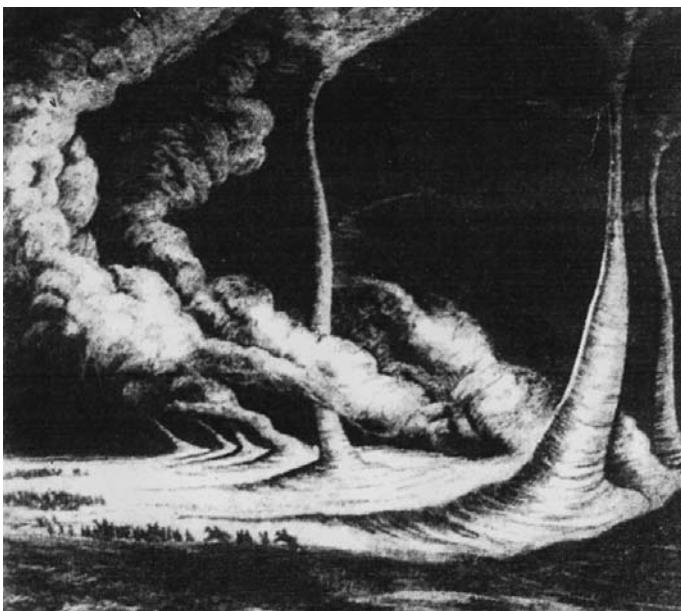
Д.В. Наливкин в замечательной монографии 1969 г. “Ураганы, бури и смерчи” отметил, что транспортирующая сила этих бурь слабо изучена. За прошедшие годы появился новый интересный материал по этому вопросу, который лег в основу предлагаемой статьи.

В период боев русско-японской войны 1905 г. петербургский “Метеороло-

Пыльная буря со смерчами в пустыне Такла-Макай. Рисунок К. Фламариона (1888). Из архива редакции журнала "Земля и Вселенная".

воздушных масс весной здесь является квазистационарное стояние крупной вихревой структуры – зарождения циклона на юго-восточном фланге Сибирского антициклона, сопровождающегося ураганами.

Вдоль южных окраин России возникает несколько таких структур, из которых наиболее своеобразна расположенная на востоке страны. Она охватывает огромную территорию от южной оконечности Байкала, Бурятию и юг Иркутской области – до залива Бохай Желтого моря. Интенсивная ветровая деятельность приобретает характер урагана, и всегда это приходится на апрель-май. По мере движения ураганов с северо-запада на юго-восток величина переносимых ими твердых частиц уменьшается. Поэтому в последствиях ураганов наблюдается достаточно четкая зональность: на территории Южной Сибири и Восточной Монголии типичны сильные ветры со снежными бурями, в Восточной Монголии и Внутренней Монголии – сильные песчаные бури, на юго-востоке Китая – пыльные бури. На протяжении последних 23 тыс. лет золотая пыль образовала на территории Китая мощные толщи позднелепистоце-

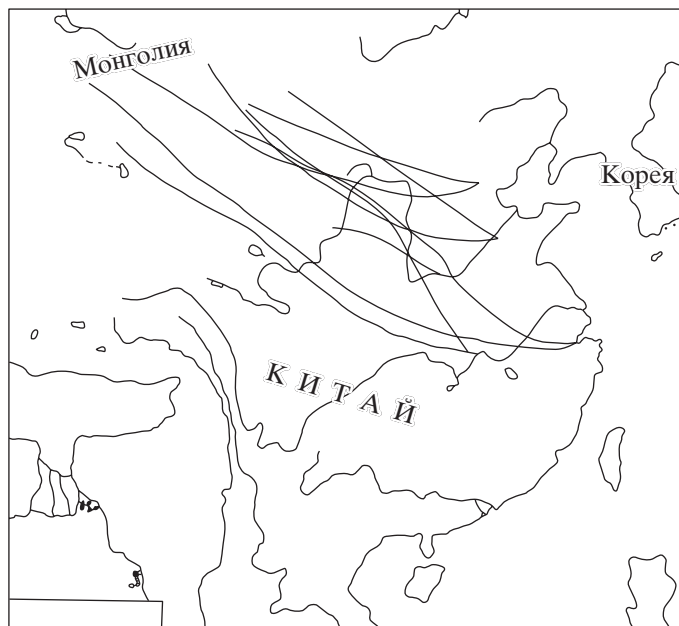


нового лёсса в провинции Лочуань.

Экспедиционные геолого-геоморфологические исследования автора в 1956–1990 гг. в Юго-Восточном Забайкалье России, Монголии и смежных районах Китая позволили по ряду признаков – строению рельефа засушливых равнин и поверхностных отложений, характеру атмосферной циркуляции и ландшафтным особенностям – выделить на востоке Центральной Азии и в Восточной Азии крупную золотую морфодинамическую систему и в ее пределах две органически взаимодействующие части. Северная, включающая Юго-Восточное Забайкалье и Восточную Монголию, денудационно-дефляционная, характеризуется длительным, устойчивым выносом сильными ветрами обломочного материала на юг и юго-восток – в Ки-

тай. Южная часть расположена в Восточном Китае и представляет собой область постоянной аккумуляции тонкого золотого материала. Северная часть практически лишена рыхлых отложений и поэтому не содержит нужной информации о характере, интенсивности и скорости золотых процессов. Зато эти данные считаются при анализе строения золотых отложений в юго-восточной аккумулятивной, китайской, части системы. Обе части связаны циркуляцией, составляя единый “организм” крупной вихревой структуры.

Древние документы, опросы местных жителей и метеоданные говорят о том, что золотые катастрофические процессы в регионе имеют длительную историю. Они были уже отмечены в XII в. до н.э. в китайских летописях. Активно проявляются



Трассы пыльных бурь, прошедших в апреле 1988 г. через Центральную и Восточную Азию. Все они начинаются в Восточной Монголии и выходят к побережью Тихого океана. Рисунок из книги "Global and Regional Environment Atmospheric Chemistry". Beijing, 1990.

и в наше время. Последние сильные бури отмечены здесь в 1958, 1976, 1980, 1983, 1990, 1992, 1993, 1994, 2004 и 2006 г.

В строении "немного" в информационном отношении рельефа Восточно-Монгольской равнины привлекают внимание отдельные оригинальные формы земной поверхности, созданные необычно интенсивной дефляцией. Более распространены дефляционные ложбины без истоков и устьев. В свое время выдающийся русский геолог И.В. Мушкетов во время геологической съемки в Калмыкии называл их тальвегами. Изредка встречаются серии небольших дефляционных котловин, образующих гирлянду, полукруглую в плане. Возможно, это следы необычайно сильной дефляции ветро-песчаными потоками вихревой

структуры. Из широко распространенных дефляционных форм рельефа отметим рельеф дефляционных останцов и островных гор, холмов и мелкосопочника, участков глинистых равнин, отполированных ветро-песчаными потоками, откопанные участки коренного ложа речных долин и озерных котловин.

Интенсивность эоловой деятельности в изучаемом регионе варьирует во времени. В 1988 г. через Центральную и Восточную Азию прошли восемь трасс пыльных бурь. Необыкновенно "урожайным" на эоловые катастрофы различного типа в Северном полушарии был 2006 г. Наиболее интересны из них – ураган 18 мая в Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР, проявившийся в смежных регионах Сибири сильными ветрами, и катастрофический ураган

в Чанчу 16 мая на востоке зарубежной Азии, унесший жизни, по предварительным данным, 70 человек; около 1 млн. человек были эвакуированы и более 50 тыс. человек пострадали от урагана. Такой мощный и разрушительный ураган в весеннее время здесь представляется необычным явлением, и его возникновение связано, возможно, с глобальным потеплением климата.

МОДЕЛЬНЫЙ УРАГАН 1980 г.

Автору довелось изучать в Восточной Монголии последствия разрушительного урагана 1980 г., вызвавшего катастрофическую дефляцию на равнинах Забайкалья, Монголии и перешедшего в мощную пыльную бурю в Восточном Китае. Получены данные о его повторяемости. Последствия вызванной ураганом пыльной бури на территории Северо-Восточного Китая исследовали китайские метеорологи и минералоги.

Ураган 1980 г. может служить модельным типом весенних ураганов, традиционных для восточных регионов России (Забайкалье, юг Дальнего Востока) и смежных территорий

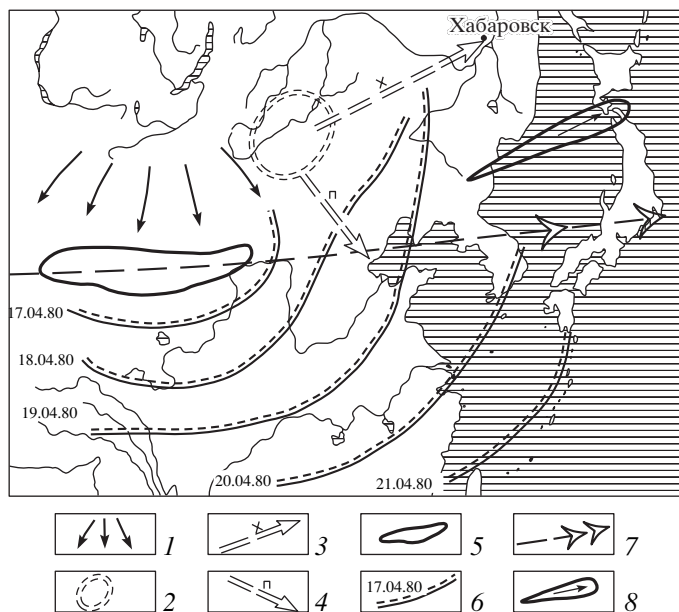


Схема золотых литодинамических потоков и трасса ураганов 1980 г. (по Чичагову, 1989): 1 – направление растекания воздушных масс из области Сибирско-Монгольского антициклона; 2 – квазистационарное положение воздушных масс урагана 1980 г.; 3 – трасса восточно-монгольского урагана 1984 г. в район г. Хабаровска; 4 – направление перемещения вызванной ураганом 1980 г. пыльной бури в район г. Пекина и впадины Желтого и Восточно-Китайского морей; 5 – область высокого давления над Внутренней Монголией накануне весеннего урагана 1980 г.; 6 – положения фронта пыльной бури, вызванной ураганом 1980 г., с 17 по 21 апреля; 7 – направление перемещения воздушных масс в высоких слоях атмосферы из Центральной Азии к Японским островам; 8 – область отложения тефры катастрофического эксплозивного извержения вулкана Пэктусан на границе Кореи и Китая в XI вв.

Монголии и Китая. Его зарождение началось с образования выдвигающейся на юго-восток барической ложбины в районе Таймыра в области Северо-Атлантического колебания (North Atlantic Oscillation – NAO). Это крупная флуктуация, объединяющая единым механизмом дальней связи значительно удаленные друг от друга регионы Евразии и Северной Америки. В результате взаимодействия арктических и тропических воздушных масс над обширным регионом Восточной Азии сформировалась крупная вихревая структура циклонического типа. Именно она сопровождалась сильными бурями и буранами и по данным непрерывной космической телевизионной съемки со спутников “NOAA” и “TIROS”, занимала над Восточной Монголией стационарное положение – этап форми-

рования циклона, после чего “выстрелила” пыльной бурей в направлении Пекина и острова Окинава в южной части Японской островной дуги. На метеоспутниках заметен в центре гигантского вихря округлый “глаз” – область полного штиля. На территории Восточной Монголии и смежных районов Забайкалья он дважды сопровождался сильными бурями и буранами при холодной погоде (17–23 апреля и 2–5 мая).

Особенно сильные нарушения поверхности равнин мощной дефляцией были отмечены в областях, лишенных снежного покрова. Домашний скот – овцы, кони, дикие козы (дзерны) – объединились в огромный табун, который мчался, гонимый северным ветром и снежным бураном на юг. Животные падали, давя друг друга, тонули в реках Онон и Ке-

рулене, перегораживая их русла. Возникшие преграды были настолько крупными, что местами реки покинули русла и текли по старицам. Тогда погибло около 1 млн. голов скота. Плотный ветропесчаный поток с обломками гравия и мелкой щебенки ранил убежавший скот. После наступления теплых дней большая часть животных заболела и погибла. Остальные страдали от бескормицы, так как сильные ветры полностью выдули ветошь – сухую прошлогоднюю траву, которой питаются животные в этот период.

Юго-восточнее, на территории Китая, в эти дни распространялась пыльная буря, фронт которой 17 апреля вошел в большую излучину Хуанхэ, 18-го прошел ее, в следующие три дня пересек междуречье низовий Хуанхэ и Янцзы, прошел устье Янцзы, коснувшись южной окраины Кореи, и занял положение вдоль дуги южных Японских островов и крайней севера Тайваня. Пыль и песок поднимались потоками воздуха до высот от 3 до 7 км, вызывая появление пыльной дымки и непрерывно осаждаясь. Подсчитано, что только 18 апреля золотая пыль выпадала со скоростью 1 т/км² в час, или 24 т/км² в сутки. При десятикратном повторении такого явления в году может произойти накопление пылевого слоя толщиной 0.1 мм за один год, или 1 м за 10 тыс. лет. Гранулометрический и минералогический состав пыли показал, что по составу и текстуре она идентична упоминавшемуся верхнеплейстоценовому лёссу из Лочуаня в Лёссовой провинции Китая. Массовые региональные отложения пыли в Китае, связанные с более частым повторением ураганов, зафиксированы на протяжении пяти этапов: в 400, 600, 1200–1300, 1700–1800 гг. и в настоящее время. В восточной части зоны сухих степей и пустынно-степных районов Центральной Азии в историческое время в результате колебаний увлажненности климата и изменений интенсивности антропогенной дея-

тельности выявлены, по данным Лю Дуншена, четыре этапа сильного опустынивания: в 400, 600, 100–1200 и 1500–1900 гг.

По литературным и опросным материалам установлена квази-одинадцатилетняя повторяемость событий этого типа. В 1983 г. ураган возник вновь, достиг района Хабаровска и опустился на город облаком пыли красного цвета.

Этап необычайно сильного опустынивания пришелся на XX в., когда нерациональные антропогенные нагрузки привели к значительному нарушению почвенно-растительного покрова и резкому увеличению “результативности” традиционных для этих регионов ураганов. Ураган 1980 г., таким образом, можно считать модельным в этом классе крупных вихревых структур.

Природные, прежде всего геоморфологические, последствия разрушительных ураганов описанного типа весьма значительны. Результаты исследований автора в аридных регионах Евразии и Северной Африки показали, что выделенные В.А. Обручевым районы необычайно сильных бурь в Центральной Азии и создаваемые ими золотые города только возглавляют обширный перечень мест, подверженных необузданной дефляции. Осмотренный автором в 2005 г. золотой город в Джунгарии (первый из описанных Обручевым) является классическим. Генетически однородными дефляционными гео-

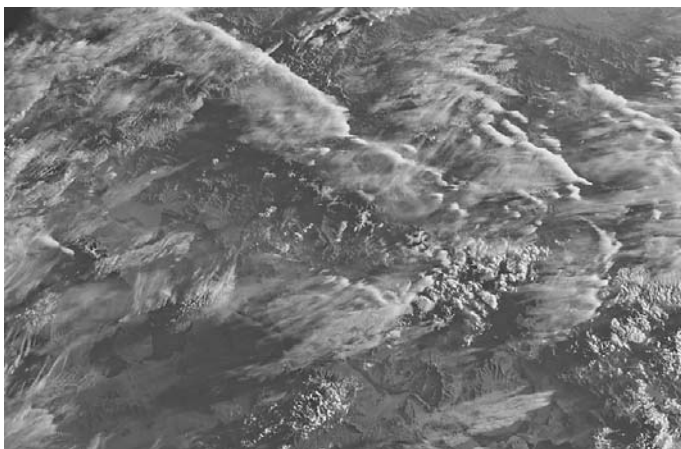
морфологическими ландшафтами можно считать коридор Хэси с Долиной Бесов в Китае (второй район необычайно сильных бурь, по В.А. Обручеву). К ним же относятся изученные автором лабиринт разрушенных ветрами гор запада Хангая в Монголии, дефляционные равнины Северного Призайсая в Северо-Восточном Казахстане, гранитные останцовые ландшафты Северного Казахстана, а также практически весь Синайский полуостров и другие обширные аридные области Северной Африки.

СВЯЗЬ С АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Следует обратить внимание на совпадение во времени активизации разрушительных природных процессов и явлений и резкого возрастания интенсивности многообразных антропогенных воздействий на природную среду. Связь последних с усилением одних процессов (например, дефляции) ясна, с другими – сейсмотектоникой, изменением атмосферной циркуляции – недостаточно изучена.

Среди антропогенных преобразований есть класс разрушительных процессов, порожденных военными действиями. Этот тип деструкции только начинает изучаться. В настоящее время не представляется возможным даже оценить масштабы и последствия военных разрушений. Разрабатывая проблему разрушений аридных (засушливых) регио-

Облачный след пыльной бури над Восточной Монголией. Снимок сделан 27 августа 2006 г. экипажем 13-й основной экспедиции МКС.



нов в результате военных действий, автор получил первые данные, свидетельствующие о грандиозных масштабах военной деструкции и ее разнообразных последствий на материалах афро-азиатского аридного пояса на протяжении последних 5 тыс. лет. Ж.-Ж. Бабель подсчитал, что за этот период произошло 14500 войн. В регионе действия Восточно-Азиатского урагана с глубокой древности и до победы китайской революции войны были частыми, чтобы не сказать постоянными. Природная среда Центральной и Восточной Азии в целом претерпела серьезные, но способные к восстановлению изменения, а аридные территории – пустыня и полупустыня – необратимые. В отдельных областях песчаная пустыня интенсивно наступает, засыпая населенные пункты, которые приходится постоянно перемещать. И.В. Мушкетов, работавший в Китае в 1888 г., упоминал о древнем городе Ордос, погребенном песками пустыни в большой излучине р. Жёлтой. Здесь на протяжении 2300 лет устойчивое движение песков пустыни на юг заставляло многократно переносить города в южном направлении.

Постоянно возрастающие антропогенные нагрузки

ки истощают земли, поверхность становится рыхлее и немедленно подвергается выдуванию или дефляции. Наиболее интенсивно дефляция проявляется на сухих грунтах и почвах в конце зимы – начале весны, то есть когда на регион обрушиваются ураганы рассмотренного типа.

УРАГАНЫ И ВЕТЕР

Наряду с описанными выше весенними пыльно-песчаными бурями, вызываемыми ураганами, в зоне их проявления эпизодически случаются смерчи, летние пыльные бури и ветровые удары.

У восточных подножий хребта Хэнтэй, на краю Восточно-Монгольской равнины, изредка в начале лета проходят мощные разрушительные смерчи. Последствия одного из них, по наблюдениям автора, весьма значительны. Смерч вырубил в тайге широкую, до 200 м, прямолинейную просеку, сломав, вывернув с корнем и повалив высокие крупные лиственницы 200–300-ле-

него возраста. Выйдя на равнину, смерч пересек населенный пункт, состоящий из юрт и одного деревянного строения, поднял в воздух грузовую автомашину ЗИС-130, “разобрал” ее на части. Кабина без единой царапины оказалась на земле. В то же время передний мост машины был скручен в спираль и заброшен далеко за поселок. Деревянное здание клуба, срубленное из толстых, тяжелых лиственничных бревен, было поднято с ночевавшими там стригалиями овец и унесено.

Нередко в середине жаркого лета в сухих степях и полупустынях Восточной Монголии при безоблачном небе в штилевую погоду неожиданно начинаются пыльные бури. Скорости ветра значительно превышают 25 м/с, видимость нулевая, только в метровом приземном слое можно различить отдельные предметы. В воздух поднимается все, что не закреплено. Араты укрепляют юрты камнями и не дают им сдвинуться. И все же

иногда юрты уносятся ветром... Продолжительность таких бурь 1–3 сут.

Еще одно удивительное явление в песчаных массивах Восточной Монголии – кратковременные удары воздуха, воспринимаемые как неожиданные сильные хлопки. Уплотнившийся воздух устремляется вдоль узких долин. В июле 1984 г. лагерь геоморфологического отряда во главе с автором стоял в долине одной из редких речушек с пресной водой на западе песчаного массива Огон-Элс. В тот день, накануне национального монгольского праздника Надома, работы сворачивались перед отъездом в Барун-Урт – центр Сухэ-Баторского аймака. Снаряжение разложено, палатки сняты. Перед грузкой экспедиционной машины вскипятили воду для чая, и алюминиевый чайник поставили посреди стола, вокруг которого расселись люди. Жаркий солнечный день. На небе – ни облачка. Абсолютный штиль. Вдруг со стороны песков раздался несильный хлопок и вдоль узкой долины пронесся шквал. Все мягкие вещи оказались заброшенными за 50–70 м. Так же неожиданно ветер прекратился...

Ветровые удары большого масштаба случаются в Долине Озер, когда западный ветер вырывается из Котловины Больших Озер, сжимается, входя в долину, и выстреливает на восток...

Структура подобных ветров поразительно сложна, разнообразна и

практически не изучена. Наши наблюдения добавили сведения о новых проявлениях ветровой деятельности, ее специфике, в частности взрывном характере, на востоке Азии.

УЧАЩЕНИЕ ЗОЛОВЫХ КАТАСТРОФ

Со временем накапливаются данные об увеличении повторяемости проявлений катастрофических процессов и катастроф разного генезиса, подтверждаются и подкрепляются новыми данными представления известного геолога Н.В. Шебакина о “взаимопомощи” природных катастроф (1985). В центральных частях Азии, на юге Сибири отмечается возрастание частоты повторяемости катастрофических ураганов и пыльных бурь, из которых наиболее разрушительными были пыльные бури 1879 г. и 1990 г. и ураган 16 июля 2004 г. На восточной окраине континента активизируются сейсмотектонические процессы, учащаются землетрясения и извержения вулканов; происходит перестройка структуры побережий, заложение впадин нового типа, проявление современного трещинообразования; на шельфе возникают вулканические острова. Из-за нарушения закономерностей пространственного распределения крупных циклонов чаще возникают разрушительные ураганы, охватывая все новые территории. В аридных регионах проходят необычайно сильные, даже по пустынным мер-

кам, ливни. Автор в августе 2005 г., находясь в пустыне Центральной Джунгарии, попал в сильнейший ливень, который затопил устьевые части долин сухих рек и балок (сайров). В Африке, в Южном Тунисе, ему удалось осмотреть последствия катастрофического ливня десятилетней давности. Приведенные примеры и ряд других факторов свидетельствуют о прогрессирующем усилении неустойчивости природных процессов в аридной зоне. Не исключено, что все это как-то связано или является следствием процесса глобального потепления.

Природные катастрофы происходят практически в одних и тех же районах. Постоянны трассы циклонов, пыльных бурь, цунами и крупных наводнений. Накапливаются данные о том, что в современную эпоху и в XX – начале XXI в. природные катастрофы происходят чаще не только из-за усиления антропогенных нагрузок, но и в результате предшествующих разрушительных событий.

В аридных регионах наиболее тесно связаны флювиальные – водные и золовые – катастрофические процессы. Мощные ливни в пустынях выносят огромные массы рыхлого песчаного материала, представляя его в распоряжение ветру. Намечаются более сложные связи взаимодействия природных катастроф на поверхности земли с серьезными нарушениями на глубине, прежде всего с созданием круп-

ных подземных полостей. В отдельных регионах длительного антропогенного освоения можно говорить о подземной составляющей современного опустынивания.

Исследуя исторические материалы об эоловых ка-

тастрофах, их взаимодействие с другими катастрофами, учащение в последнее время стихийных разрушительных событий, геолог Н.В. Шебалин предложил создать специальную науку о закономерностях природных катастроф – ди-

застерологию. Развивая эти представления, автор статьи считает возможным выдвинуть концепцию о памяти природных катастроф.

Статья написана в рамках научной программы проекта РФФИ 06-05-64559.

НОВЫЕ КНИГИ

В помощь познающим универсальный эволюционизм

Проблеме универсального эволюционизма посвящено множество статей и немало книг. Авторы еще одной из книг на эту тему, **А.Д. Урсул и Т.А. Урсул**, назвали свое произведение “Универсальный эволюционизм: концепции, подходы, принципы, перспективы” (М.: издательство Российской академии государственной службы при Президенте РФ, 2007). Это учебное пособие предназначено аспирантам, изучающим вопросы истории и философии науки и техники, а также студентам, которым приходится не без труда осваивать концепции современного естествознания (известен ряд учебников по КСЕ, написанных разными авторами).

Данное учебное пособие включает пять глав: “Концептуальные основы универсальной эволюции”, “Принципы универсального эволюционизма”, “От стихийного к устойчивому социоприродно-



му развитию”, “Ноосферогенез, рационализация социоприродной эволюции”, “Социоприродный космоноосферогенез: проблемы, перспективы, гипотезы”.

Книга в значительной степени основана на базе оригинальных авторских разработок. Об идеях, положенных в основу учебного пособия, подробно рассказывается во “Введении”. Там же авторы пытаются пояснить суть концепции универсального эволюционизма, представляющей собой “гипотезу нашего видения динамики Универсума”. Они рассматривают не просто “три мира в их эволю-

ционном аспекте (то есть неживую и живую природу и социальный мир в отношениях с прошлым, настоящим и будущим), но и их взаимодействия в диахроническом и синхронических аспектах и продолжение универсальной эволюции в социоприродном измерении”. Авторы убеждены, что “универсальный эволюционизм выходит за пределы как философии и мировоззрения, так и научной картины мира и конкретных научных дисциплин”. По сути, универсальный эволюционизм, возможно, придет на смену прежней идеологии и монополярной методологии. Произойдет ли это – покажет время.

Новое пособие – полезное дополнение к таким книгам А.Д. Урсула и его соавторов, как А.Д. Урсул, В.А. Лосев “Концепции современного естествознания” (М.: РАГС, 2005) и А.Л. Романович, А.Д. Урсул “Устойчивое будущее (глобализация, безопасность, ноосферогенез)” (М.: Издательская группа “Жизнь”, 2006).

Е.П. ЛЕВИТАН

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: июль–август 2008 г.

Таблица I

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
ИЮЛЬ		
1	17.9	Меркурий в наибольшей западной элонгации 22°
1	21.4	Луна в перигее
3	2.3	Новолуние
4	8	Земля в афелии
6	16.3	Луна проходит в 2° южнее Марса
6	20.0	Луна проходит в 3° южнее Сатурна
9	7.7	Юпитер в противостоянии с Солнцем
10	4.6	Луна в фазе первой четверти
10	18.2	Марс проходит в 1° южнее Сатурна
14	4.2	Луна в апогее
15	13.0	Луна проходит в 3° южнее Юпитера
18	8.0	Полнолуние
23	—	Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Зайца
25	18.7	Луна в фазе последней четверти
27	16	Покрытие звездного скопления Плеяды Луной, видимое на Дальнем Востоке
27	—	Максимум активности метеорного потока Южные δ-Аквариды
29	20.1	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
29	23.4	Луна в перигее
АВГУСТ		
1	10.2	Новолуние
1	10.4	Полное солнечное затмение, видимое на территории России
8	20.3	Луна в фазе первой четверти
10	20.3	Луна в апогее
12	13	Максимум активности метеорного потока Персеиды
13	14.7	Луна проходит в 3° южнее Юпитера
15	7.7	Нептун в противостоянии с Солнцем
16	21.2	Частное лунное затмение, видимое на территории России
16	21.3	Полнолуние
23	21.2	Покрытие звездного скопления Плеяды Луной, видимое в европейской части России
23	3.8	Луна в фазе последней четверти
26	4.0	Луна в перигее
30	20.0	Новолуние
31	19	Максимум активности метеорного потока α-Ауригиды

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата		α		δ		45°				55°				65°			
		ч	м	°	'	восход		заход		восход		заход		восход		заход	
Июль	1	06	41.5	+23	06	04	17	19	51	03	25	20	42	01	18	22	47
	11	07	22.6	+22	05	04	24	19	47	03	36	20	34	01	47	22	21
	21	08	02.9	+20	26	04	34	19	39	03	51	20	21	02	21	21	49
	31	08	42.3	+18	14	04	42	19	28	04	07	20	04	02	56	21	13
Август	10	09	20.8	+15	31	04	56	19	14	04	25	19	44	03	30	20	38
	20	09	58.2	+12	24	05	08	19	01	04	44	19	21	04	03	20	01
	30	10	34.8	+08	57	05	20	18	40	05	03	18	56	04	34	19	24

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить местное и декретное время захода Солнца 1 августа 2008 г. в Новосибирске (широта 55°01', долгота 5°32", 5-й часовой пояс). По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем по широте и дате значение местного времени захода Солнца на 1 августа, получаем 20°02". Вычитая долготу места, получаем Всемирное время восхода Солнца: 14°30". Прибавляя номер часового пояса, один час для учета декретного времени и один час для учета летнего времени, получаем 21°30".

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период
		ч	м	°	'				45°	55°	65°	
Меркурий												
Июль	1	05	09.1	+19	37	0.6	8.2	0.35	—	—	—	
	11	06	01.9	+22	10	−0.4	6.4	0.62	—	—	—	
	21	07	20.6	+22	53	−1.4	5.4	0.91	—	—	—	
	31	08	49.6	+19	32	−1.9	5.0	1.00	—	—	—	
Август	10	10	07.4	+13	12	−0.8	5.1	0.93	—	—	—	
	20	11	10.8	+05	53	−0.3	5.4	0.83	—	—	—	
	30	12	03.2	−01	13	0.0	5.0	0.72	—	—	—	
Венера												
Июль	1	07	07.8	+23	23	−3.8	9.7	0.99	—	—	—	
	11	08	00.6	+21	44	−3.8	9.8	0.99	—	—	—	
	21	08	51.8	+19	01	−3.8	9.9	0.98	—	—	—	
	31	09	41.0	+15	26	−3.8	10.1	0.97	0.1	—	—	Вечер
Август	10	10	28.4	+11	09	−3.7	10.3	0.96	0.4	—	—	Вечер
	20	11	14.2	+06	24	−3.7	10.5	0.94	0.6	—	—	Вечер
	30	11	59.0	+01	20	−3.7	10.8	0.92	0.7	—	—	Вечер
Марс												
Июль	1	10	08.4	+12	41	1.6	4.4	0.94	1.7	—	—	Вечер
	11	10	31.1	+10	26	1.7	4.3	0.95	1.3	—	—	Вечер
	21	10	53.7	+08	03	1.7	4.2	0.95	0.9	—	—	Вечер
	31	11	16.4	+05	35	1.7	4.1	0.96	0.5	—	—	Вечер
	30	12	25.7	+02	13	1.7	3.9	0.98	—	—	—	

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период
		ч	м	°	'				45°	55°	65°	
Август	10	11	39.3	+03	02	1.7	4.0	0.96	—	—	—	
	20	12	02.3	+00	25	1.7	3.9	0.97	—	—	—	
	30	12	25.7	+02	13	1.7	3.9	0.98	—	—	—	
Юпитер												
Июль	1	19	20.4	−22	20	−2.7	47.2	1.00	7.8	5.9	—	Ночь
	11	19	14.9	−22	41	−2.7	47.3	1.00	8.0	6.2	—	Ночь
	21	19	09.5	−22	42	−2.7	47.1	1.00	7.9	6.2	0.8	Ночь
	31	19	04.5	−22	51	−2.7	46.6	1.00	7.4	5.9	1.7	Ночь
Август	10	19	00.3	−22	59	−2.7	45.9	1.00	6.9	5.5	2.0	Ночь
	20	18	57.1	−23	04	−2.6	44.9	1.00	6.5	5.2	2.0	Ночь
	30	18	55.2	−23	08	−2.6	43.7	0.99	6.1	4.9	2.0	Вечер
Сатурн												
Июль	1	10	28.0	+11	26	0.8	16.8	1.00	2.2	0.6	—	Вечер
	11	10	31.6	+11	04	0.8	16.6	1.00	1.6	—	—	Вечер
	21	10	35.5	+10	41	0.8	16.4	1.00	1.0	—	—	Вечер
	31	10	39.8	+10	15	0.8	16.2	1.00	—	—	—	
Август	10	10	44.2	+09	49	0.8	16.1	1.00	—	—	—	
	20	10	48.8	+09	21	0.8	16.0	1.00	—	—	—	
	30	10	53.5	+08	53	0.8	16.0	1.00	—	—	—	

Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Венера видна в августе на юге России на фоне вечерней зари.

Марс можно наблюдать в июле на юге России вечером в созвездии Льва.

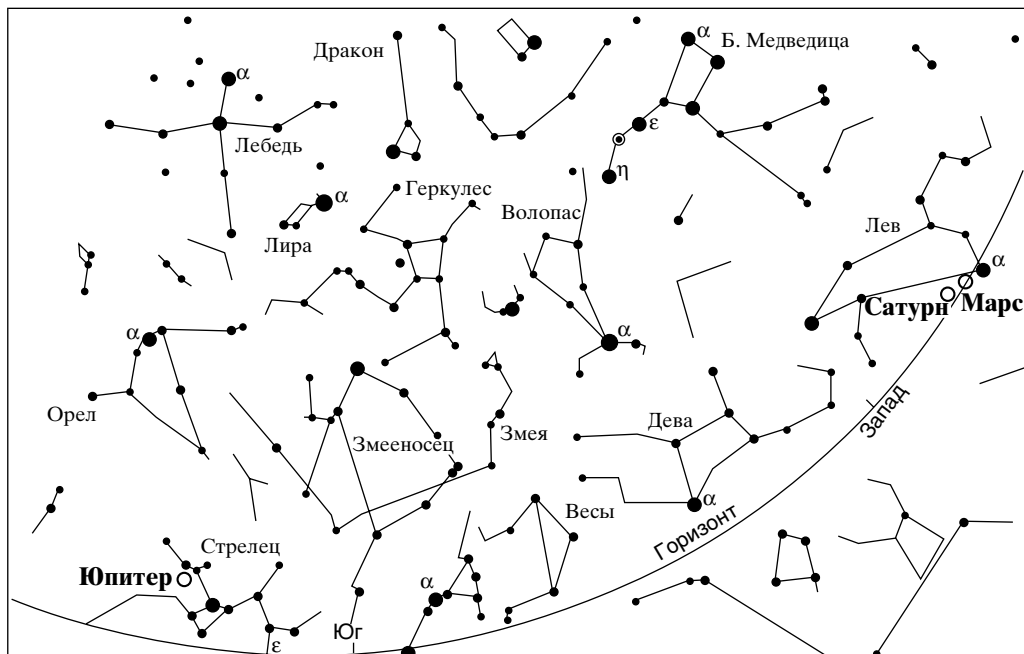
Юпитер виден всю ночь низко на юге в созвездии Стрельца.

Сатурн виден в первой половине июля на юге России вечером в созвездии Льва.

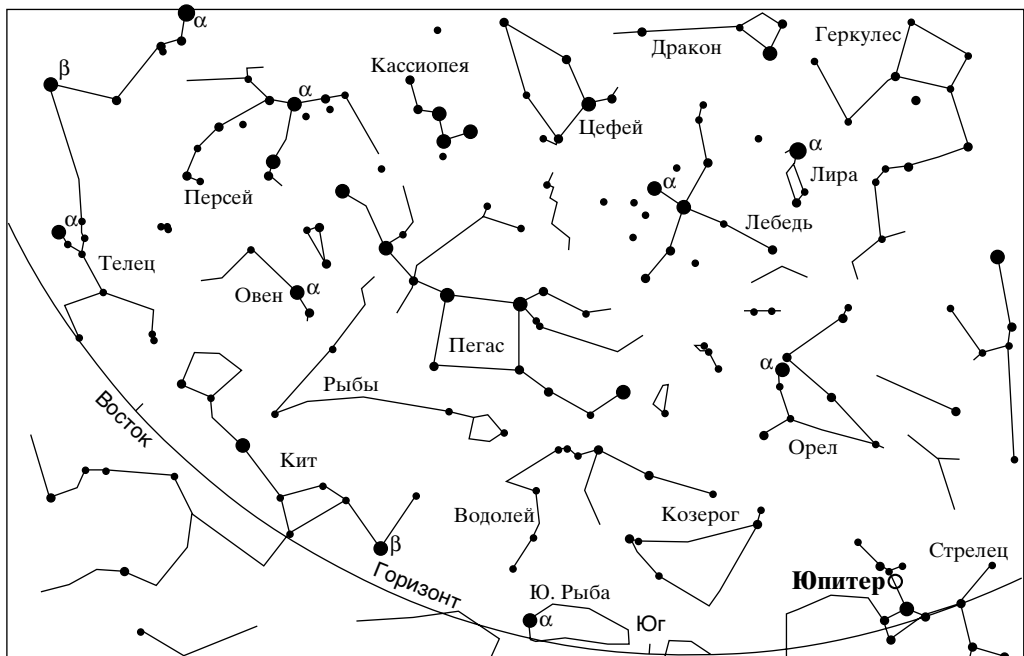
ЗАТМЕНИЯ

Август 2008 г. станет исключительным месяцем для наблюдения затмений с территории России. В первый день этого месяца произойдет **полное солнечное затмение**, полоса видимости которого пройдет через нашу страну. Полное затмение начнется 1 августа в 9^ч21^м по Всемирному времени на Канадском Арктическом архипелаге. Вступив на поверхность Земли, лунная тень достаточно быстро пересечет Северный Ледовитый океан, в 10^ч05^м пройдет по архипелагу Новая Земля, а пятью минутами позже начнет движение по материковой части территории нашей страны. Полное солнечное затмение будет видно в Ямало-Ненецком автономном округе, где в 10^ч19^м по Всемирному времени наступит мо-

мент наибольшей фазы затмения, видимой на Земле (1.020). Наибольшая фаза затмения будет вблизи г. Надым. Солнце в это время поднимется на высоту 33° над горизонтом. Максимальная продолжительность полной фазы — 2 мин 27 с. Далее лунная тень пересечет Тюменскую область (города Ноябрьск и Нижневартовск), запад Томской области. После этого она пройдет по Новосибирской области и Алтайскому краю, двигаясь вверх по течению рек Обь и Бия. В полосу видимости полной фазы попадут города Новосибирск, Барнаул и Бийск, в них полное затмение продлится более двух минут на высоте над горизонтом около 30°. Лунная тень покинет территорию России в 10^ч59^м по Всемирному времени, перейдя на территорию Китая, где в 11^ч22^м полное солнечное затмение завершится.



Вид звездного неба в Москве 6 июля 2008 г. в 0^ч по московскому времени. Отмечено положение Марса, Юпитера и Сатурна.



Вид звездного неба в Москве 6 августа 2008 г. в 2^ч по московскому времени. Отмечено положение Юпитера.

Полное солнечное затмение 1 августа 2008 г. станет последним подобным явлением, видимым в России перед длительным перерывом. Далее полные солнечные затмения будут видны в нашей стране в 2026 г., 2033 г. и 2043 г., но только на побережье Северного Ледовитого океана при очень низком положении Солнца над горизонтом. Следующее полное солнечное затмение, видимое в России, состоится лишь 20 апреля 2061 г.!

Частные фазы солнечного затмения 1 августа будут видны практически на всей территории России, лишь на полуостровах Чукотка и Камчатка Солнце зайдет за горизонт до начала затмения. В европейской части России затмение произойдет в середине дня, а в Сибири – в предвечерние часы.

В таблице IV приведены обстоятельства затмения для населенных пунктов России, попадающих в полосу полного затмения, а в таблице V – данные для крупных городов нашей страны, в которых можно будет наблюдать частное затмение Солнца. Все моменты приведены по Всемирному времени, причем моменты начала, середины и конца полного солнечного затмения в таблице IV указаны с точностью до секунды. Прочерк на месте момента окончания затмения означает, что оно происходит уже после захода Солнца. Звездочка около момента и значения наибольшей фазы показывает, что середина затмения также происходит после захода Солнца, и в таблице указан момент захода Солнца и значение фазы затмения в это время.

Таблица IV

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ВИДИМОСТИ ПОЛНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 1 АВГУСТА 2008 г.

Город	Начало частного		Начало полного			Середина			Конец полного			Конец частного		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	с	ч	м	с	ч	м	с	ч	м	
Алтайский	09	48	10	50	35	10	51	43	10	52	51	11	51	1.017
Барнаул	09	45	10	47	26	10	48	34	10	49	41	11	48	1.015
Белокуриха	09	48	10	50	24	10	51	30	10	52	37	11	51	1.015
Бердск	09	42	10	44	31	10	45	40	10	46	50	11	46	1.017
Бийск	09	47	10	49	24	10	50	32	10	51	40	11	50	1.017
Горно-Алтайск	09	49	10	50	44	10	51	51	10	52	57	11	51	1.015
Заринск	09	45	10	47	13	10	48	12	10	49	12	11	48	1.010
Искитим	09	42	10	44	49	10	45	58	10	47	07	11	46	1.016
Каргат	09	39	10	43	43	10	43	50	10	43	57	11	44	1.000
Когалым	09	23	10	27	06	10	28	08	10	29	11	11	30	1.009
Колывань (Новосибирская обл.)	09	41	10	43	21	10	44	30	10	45	39	11	45	1.016
Коченево	09	09	10	43	43	10	44	52	10	46	01	11	45	1.015
Лангепас	41	25	10	29	17	10	30	13	10	31	08	11	32	1.007
Линево	09	42	10	45	07	10	46	16	10	47	25	11	46	1.017
Маслянино	09	43	10	45	47	10	46	49	10	47	51	11	46	1.011
Мегион	09	26	10	29	55	10	31	03	10	32	11	11	33	1.012
Надым	09	17	10	20	05	10	21	18	10	22	32	11	23	1.019
Нижневартовск	09	26	10	30	13	10	31	25	10	32	36	11	33	1.015
Новоалтайск	09	45	10	47	22	10	48	31	10	49	40	11	48	1.017
Новосибирск	09	41	10	43	57	10	45	06	10	46	15	11	45	1.017
Ноябрьск	09	22	10	25	37	10	26	49	10	28	01	11	29	1.016
Обь	09	41	10	43	56	10	45	06	10	46	16	11	45	1.019
Павловск	09	44	10	47	26	10	48	23	10	49	20	11	48	1.008

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ВИДИМОСТИ ПОЛНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 1 АВГУСТА 2008 г.

Город	Начало частного		Начало полного			Середина			Конец полного			Конец частного		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	с	ч	м	с	ч	м	с	ч	м	
Пангоды	09	17	10	20	57	10	21	37	10	22	17	11	23	1.003
Радужный	09	25	10	28	40	10	29	39	10	30	37	11	31	1.008
Стрежевой	09	27	10	31	02	10	32	14	10	33	26	11	34	1.017
Сузун	09	43	10	46	25	10	47	16	10	48	08	11	47	1.006
Тальменка	09	44	10	46	27	10	47	37	10	48	46	11	47	1.017
Тогуцин	09	42	10	44	36	10	45	08	10	45	41	11	45	1.002
Троицкое	09	46	10	48	24	10	49	32	10	50	40	11	49	1.018
Черепаново	09	43	10	45	38	10	46	47	10	47	57	11	47	1.019
Чулым	09	40	10	43	28	10	44	17	10	45	05	11	45	1.005

Таблица V

**ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ВИДИМОСТИ ЧАСТНЫХ ФАЗ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ
1 АВГУСТА 2008 г.**

Город	Начало		Середина		Конец		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	ч	м	
Абакан	09	48	10	50	11	47	0.955
Агинское	09	59	10	53	11	45	0.824
Архангельск	08	54	10	02	11	08	0.776
Астрахань	09	31	10	37	11	40	0.513
Белгород	09	10	10	15	11	18	0.456
Березники	09	14	10	22	11	28	0.827
Биробиджан	10	01	10	47*	—	—	0.76*
Благовещенск	10	00	10	50	—	—	0.778
Братск	09	48	10	46	11	41	0.868
Брянск	09	03	10	08	11	12	0.492
Великий Новгород	08	52	09	58	11	04	0.583
Владивосток	10	09	10	34*	—	—	0.49*
Владикавказ	09	37	10	40	11	39	0.402
Владимир	09	04	10	12	11	18	0.614
Волгоград	09	22	10	29	11	32	0.513
Вологда	08	59	10	07	11	14	0.670
Воркута	09	08	10	14	11	17	0.980
Воронеж	09	11	10	17	11	21	0.509
Грозный	09	37	10	40	11	40	0.422
Дудинка	09	18	10	19	11	18	0.914
Екатеринбург	09	21	10	30	11	35	0.829
Иваново	09	03	10	11	11	17	0.636
Ижевск	09	15	10	24	11	30	0.754
Иркутск	09	56	10	53	11	47	0.873
Йошкар-Ола	09	10	10	19	11	25	0.698

Таблица V (продолжение)

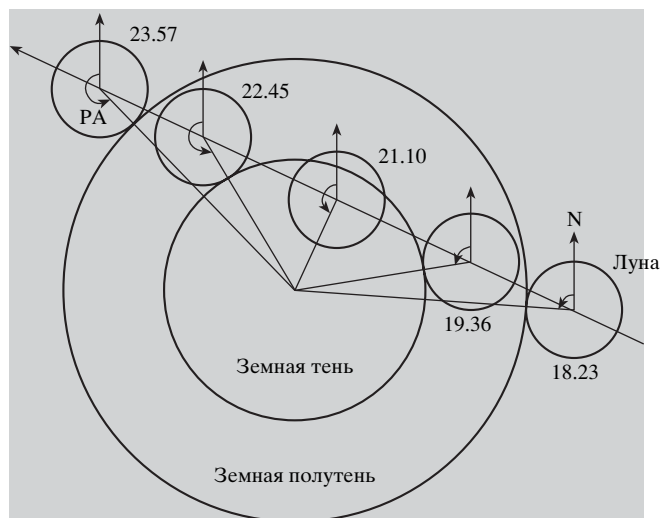
Город	Начало		Середина		Конец		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	ч	м	
Казань	09	13	10	22	11	28	0.696
Калининград	09	47	09	47	10	48	0.407
Калуга	09	03	10	09	11	14	0.539
Кемерово	09	42	10	45	11	45	0.987
Киров	09	09	10	18	11	24	0.748
Комсомольск-на-Амуре	09	57	10	36*	—		0.69*
Кострома	09	02	10	10	11	16	0.651
Краснодар	09	27	10	28	11	26	0.363
Красноярск	09	45	10	46	11	43	0.929
Кудымкар	09	13	10	21	11	27	0.801
Курган	09	28	10	36	11	40	0.859
Курск	09	09	10	13	11	16	0.476
Кызыл	09	53	10	54	11	50	0.946
Липецк	09	09	10	16	11	21	0.533
Магадан	09	39	10	24*	—		0.69*
Магнитогорск	09	26	10	35	11	40	0.766
Майкоп	09	29	10	30	11	29	0.369
Махачкала	09	39	10	43	11	43	0.441
Москва	09	02	10	09	11	15	0.578
Мурманск	08	46	09	52	10	58	0.814
Набережные Челны	09	16	10	25	11	31	0.729
Назрань	09	36	10	39	11	39	0.407
Нальчик	09	35	10	37	11	36	0.395
Нарьян-Мар	09	01	10	07	11	12	0.909
Нерюнгри	09	50	10	42	11	32	0.755
Нижний Новгород	09	07	10	16	11	22	0.652
Нижний Тагил	09	19	10	27	11	32	0.837
Николаевск-на-Амуре	09	52	10	32*	—		0.68*
Новокузнецк	09	46	10	49	11	47	0.990
Норильск	09	19	10	20	11	18	0.903
Омск	09	35	10	41	11	44	0.934
Орел	09	05	10	11	11	15	0.503
Оренбург	09	25	10	34	11	39	0.697
Орск	09	30	10	39	11	43	0.728
Палана	09	36	09	45*	—		0.18*
Певек	09	17	10	06	10	55	0.721
Пенза	09	13	10	22	11	27	0.604
Пермь	09	16	10	24	11	30	0.802
Петрозаводск	08	52	09	59	11	05	0.678
Псков	08	50	09	56	11	00	0.544

Таблица V (окончание)

Город	Начало		Середина		Конец		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	ч	м	
Ростов-на-Дону	09	21	10	25	11	26	0.421
Рязань	09	06	10	13	11	19	0.576
Салехард	09	11	10	17	11	20	0.988
Самара	09	18	10	27	11	33	0.664
Санкт-Петербург	08	50	09	56	11	02	0.607
Саранск	09	12	10	20	11	26	0.625
Саратов	09	17	10	26	11	30	0.584
Серов	09	17	10	25	11	30	0.864
Смоленск	08	58	10	03	11	08	0.504
Ставрополь	09	29	10	32	11	32	0.404
Сургут	09	24	10	29	11	32	0.992
Сыктывкар	09	06	10	14	11	20	0.807
Тамбов	09	11	10	18	11	23	0.555
Тверь	08	59	10	06	11	11	0.586
Тикси	09	23	10	16	11	09	0.755
Тольятти	09	17	10	26	11	31	0.660
Томск	09	40	10	43	11	42	0.988
Тула	09	04	10	11	11	16	0.545
Тура	09	32	10	31	11	27	0.849
Тюмень	09	25	10	33	11	37	0.882
Улан-Удэ	09	57	10	53	11	47	0.856
Ульяновск	09	14	10	23	11	29	0.661
Усть-Илимск	09	45	10	43	11	38	0.853
Усть-Ордынский	09	55	10	52	11	46	0.867
Уфа	09	21	10	30	11	35	0.752
Ухта	09	06	10	14	11	19	0.858
Хабаровск	10	00	10	37*	—		0.66*
Ханты-Мансийск	09	21	10	28	11	31	0.954
Чебоксары	09	10	10	19	11	25	0.682
Челябинск	09	25	10	33	11	38	0.815
Черкесск	09	31	10	34	11	33	0.388
Чита	09	57	10	52	11	44	0.824
Элиста	09	28	10	33	11	34	0.462
Южно-Сахалинск	09	59	10	02*	—		0.05*
Якутск	09	40	10	32	11	22	0.732
Ярославль	09	01	10	09	11	15	0.638

Через полмесяца после солнечного затмения, в ночь на 17 августа 2008 г., произойдет **частное теневое лунное затмение**, которое также можно увидеть на большей части территории России. Особенно благоприятные

условия для наблюдений в европейской части нашей страны, где затмение будет видно с начала до конца, а его середина наступит вблизи полуночи и верхней кульминации Луны. Жители Урала и Западной Сибири также



Видимый путь Луны сквозь земную тень и полутень во время затмения 16 августа 2008 г.

смогут стать свидетелями всех фаз теневого затмения. В Восточной Сибири и на юге Дальнего Востока затмение будет видно уже под утро 17 августа, и Луна зайдет за горизонт в течение теневого фазы. Явление нельзя посмотреть лишь на северо-востоке России, где уже наступит день 17 августа.

Наибольшая фаза затмения (0.81) весьма значительна, и в тень погрузится большая часть лунного диска. Тень минует северный

край Луны, яркость которого существенно ослабнет вследствие глубокого погружения в полутень Земли.

Обстоятельства затмения по Всемирному времени приведены в таблице VI. Для каждого из основных моментов затмения дано значение угла PA с вершиной в центре лунного диска, образованного направлением на Северный полюс мира и центр земной тени и отсчитываемого против часовой стрелки.

Таблица VI

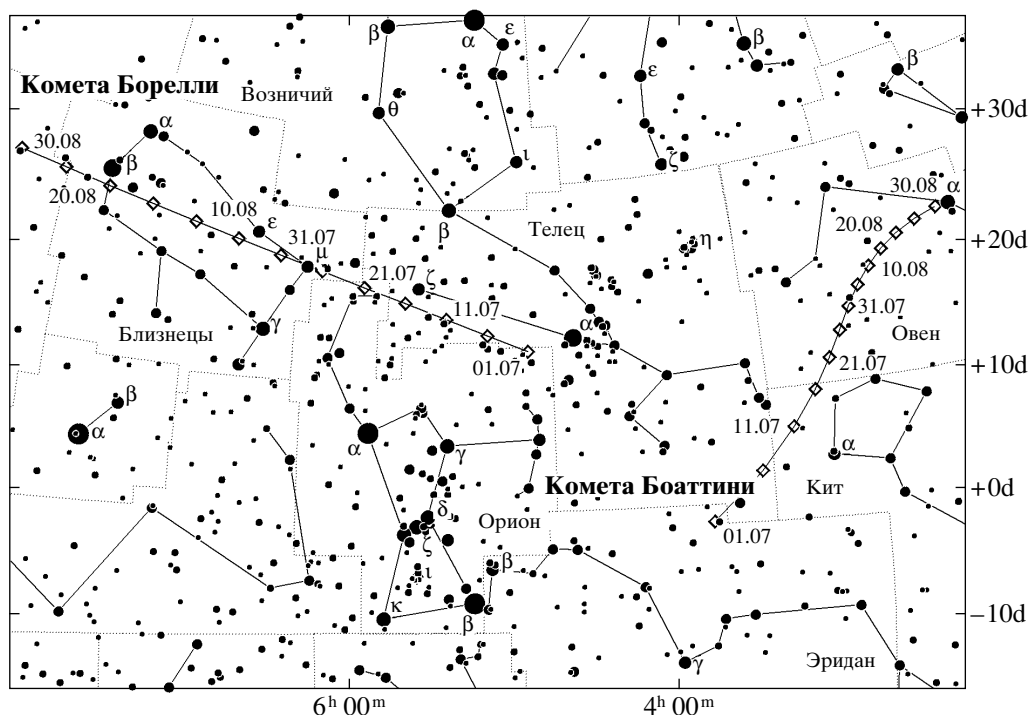
ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЧАСТНОГО ТЕНЕВОГО ЛУННОГО ЗАТМЕНИЯ 16 АВГУСТА 2008 г.

Явление	Время		PA
	ч	м	°
Вступление Луны в полутень	18	23	86
Начало частного теневого затмения	19	36	99
Момент наибольшей фазы	21	10	155
Конец частного теневого затмения	22	45	211
Выход Луны из полутени	23	57	224

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Вторая половина лета богата на сильные метеорные потоки. В июле наступает активность потока **Южные δ -Аквариды**, радиант которого располагается в юго-восточной части созвездия Водолея. Максимум потока на-

ступает 27 июля, и это достаточно благоприятное время для наблюдений, так как радиант потока находится над горизонтом почти всю ночь (хотя и не очень высоко), а слабый серп старой Луны будет восходить только под утро. Активность потока может составить примерно 20 метеоров в час.



Видимые пути комет Борелли и Боаттини среди звезд.

В августе наступает период активности одного из самых известных метеорных потоков – **Персеиды**. После очередного возвращения к Солнцу кометы Свифта–Туттля (1992) активность Персеид заметно усилилась. Наряду с традиционным пиком активности 12 августа появились новые пики, предшествующие или запаздывающие по отношению к основному на несколько часов. К началу XXI в. эти пики ослабли, и наблюдался только основной максимум. В 2008 г. он ожидается между $11^{\text{h}}30^{\text{m}}$ и 14^{h} по Всемирному времени 12 августа. Его будет удобно наблюдать в Западном полушарии. Однако существует вероятность появления еще одного пика около $16^{\text{h}}40^{\text{m}}$ по Всемирному времени в тот же день, в этом случае его смогут увидеть на востоке России. Радиант потока находится в северной части созвездия Персея, недалеко от границы с созвездием Кассиопеи. Он поднимается на большую высоту над горизонтом уже в середине ночи, в это же время растущая Луна зайдет за горизонт, не создавая помех наблюдениям метеоров. Активность Персеид продолжится практически весь август, а в максимуме зенитное часовое число (ZHR) составит около 100.

В самом конце августа Земля встретится еще с одним метеорным потоком – **α -Ауригиды**. В течение многих лет поток оставался незаметным, но в 1986 г. и 1994 г. были отмечены его вспышки с зенитным часовым числом до 30–40. Средняя активность потока в максимуме составляет 5–10 метеоров в час, а радиант находится рядом с яркой звездой Капелла (α Возничего), что и дало название потоку. Максимум ожидается около 19^{h} по Всемирному времени 31 августа, что практически совпадает с новолунием и благоприятно для наблюдений на всей территории России.

КОМЕТЫ

В преддверие часы в июле и августе 2008 г. над восточной и северо-восточной частью горизонта появятся две кометы. Особенно хорошими условия наблюдения будут в южных районах России. Первая из этих комет – известная комета **Борелли (19P)**, уже много раз возвращавшаяся к Солнцу. Текущая эпоха перигелия кометы не самая благоприятная для наблюдений, так как она расположится позади Солнца, на значительном

ЭФЕМЕРИДЫ КОМЕТЫ БОРЕЛЛИ (19P)

Дата		α		δ		Расстояние		Элонгация	Блеск
						от Земли	от Солнца		
		ч	м	°	'	а.е.	а.е.	°	м
Июль	1	04	53.6	+15	19	2.21	1.38	26	9.7
	6	05	09.7	+16	52	2.20	1.37	27	9.6
	11	05	26.0	+18	19	2.18	1.36	27	9.5
	16	05	42.6	+19	42	2.17	1.36	28	9.5
	21	05	59.5	+20	60	2.16	1.36	29	9.5
	26	06	16.6	+22	12	2.14	1.36	29	9.5
	31	06	33.9	+23	17	2.14	1.36	30	9.5
Август	5	06	51.4	+24	16	2.13	1.36	31	9.5
	10	07	09.0	+25	09	2.12	1.37	32	9.6
	15	07	26.7	+25	55	2.11	1.38	33	9.6
	20	07	44.3	+26	33	2.11	1.40	34	9.7
	25	08	02.0	+27	05	2.11	1.41	36	9.8
	30	08	19.6	+27	31	2.10	1.43	37	10.0

Таблица VIII

ЭФЕМЕРИДЫ КОМЕТЫ БОАТТИНИ (C/2007 W1)

Дата		α		δ		Расстояние		Элонгация	Блеск
						от Земли	от Солнца		
		ч	м	°	'	а.е.	а.е.	°	м
Июль	1	03	46.1	-01	10	0.28	0.86	49	6.1
	6	03	27.9	+03	11	0.32	0.87	55	6.5
	11	03	15.3	+06	51	0.36	0.90	61	6.8
	16	03	06.5	+09	56	0.40	0.94	67	7.2
	21	02	60.0	+12	34	0.43	0.98	72	7.6
	26	02	54.8	+14	49	0.47	1.02	78	8.0
	31	02	50.2	+16	45	0.50	1.08	83	8.3
Август	5	02	45.6	+18	26	0.53	1.13	88	8.7
	10	02	40.5	+19	52	0.56	1.19	94	9.0
	15	02	34.7	+21	04	0.58	1.25	99	9.3
	20	02	28.0	+22	04	0.61	1.31	105	9.6
	25	02	20.4	+22	50	0.63	1.38	111	9.9
	30	02	11.9	+23	24	0.66	1.44	118	10.2

расстоянии от Земли. Но несмотря на это, ожидаемый блеск кометы составит 9.5^м, и ее можно отыскать в небольшие телескопы в созвездиях Тельца и Близнецов.

Вторая комета, напротив, открыта совсем недавно, в конце 2007 г. В первой половине лета комета **Боаттини (C/2007 W1)** проходит перигелий, находясь достаточно близко к Земле. В результате ее блеск превысит 6^м, и она, возможно, даже будет видна невоору-

женным глазом, но только в Южном полушарии Земли. Жители южных районов России смогут ее увидеть в начале июля. С конца июля комету можно отыскать в средней полосе, но ее блеск к этому времени уже уменьшится.

*О.С. УГОЛЬНИКОВ,
кандидат физико-математических наук*

Солнечный телескоп “Веги”

В г. Железнодорожном (микрорайон Кучино) находится филиал ГАИШ (Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга), на территории которого работают астрофизическая лаборатория и павильон горизонтального солнечного телескопа (к сожалению, 2 года назад павильон солнечного телескопа сгорел). С конца 80-х гг. “Вега” успешно сотрудничала с отделом ГАИШ “Физика Солнца”, сотрудники которого Л.М. Козлова и В.И. Ковшов проводили регулярные наблюдения Солнца на этом телескопе. Сначала кружковцы и их руководители участвовали в наблюдениях. В дальнейшем наше сотрудничество проводилось в рамках ежегодно перезаключаемых договоров, в которых определялись права и обязанности сторон. В результате старшие кружковцы и педагоги “Веги” разработали, изготовили и отладили систему ввода информации со спектрографа солнечного телескопа в ЭВМ и создали программное обеспечение для ее компьютерной обработки.

Итоги этой работы опубликованы в “Известиях РАН” (Козлова Л.М., Сомов Б.В., Татарников М.П., Татарников А.М., Яценко Д.А., серия “Физика”, 1996, том 60, № 8, стр. 136–144) и в “Трудах Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга” (Козлова Л.М., Ковшов В.И., Ситник Г.Ф., Татарников А.М., Татарников М.П. “Исследование структуры активных и спокойных образований на Солнце в линии $\text{He I } 10830 \text{ \AA}$ ”, 1999, том 66).

В рамках договоров доступ к солнечному телескопу имело ограниченное число кружковцев и руководителей, к

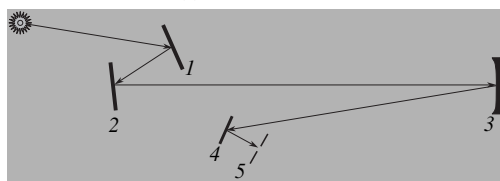
тому же нам выделялось время, оставшееся от наблюдений научными сотрудниками. Все это, а также тот факт, что обсерватория “Вега” находится в центре города и, следовательно, Солнце – наиболее благоприятный для нас объект наблюдений, постоянно подталкивало нас к мысли о необходимости строительства собственного солнечного телескопа.

Мы рассмотрели разные варианты строительства. Конечно, место для расположения отдельного павильона для солнечного телескопа нам не дали, и финансировать его строительство никто не стал. Поэтому мы решили расположить телескоп в здании самой обсерватории. Для этого пришлось сделать небольшую пристройку к зданию во дворе обсерватории, оборудовать ее откатывающейся металлической крышей, сделать внутри пристройки фундаменты для установки зеркал целостата, пробить во всех стенах и перегородках здания обсерватории световой канал и укрепить главное зеркало солнечного телескопа изнутри, на дальней от пристройки стене обсерватории.

Главная часть солнечного телескопа – его оптика. Целостат телескопа вместе с его зеркалами (диаметр 350 мм) нам обещал выделить ГАИШ. За помощью в изготовлении главного зеркала телескопа (диаметр 400 мм, фокусное расстояние 15 м) мы обратились к оптикам Лыткаринского завода оптического стекла. Они обещали нам сделать такое зеркало, причем безвозмездно.

Летом 2003 г. началось строительство пристройки. Ее размеры определялись

Объект наблюдения



Оптическая схема нашего солнечного телескопа. 1 – главное зеркало целостата, 2 – вторичное зеркало целостата, 3 – главное зеркало телескопа, 4 – поворотное зеркало, 5 – входная часть спектрометра (фокальная плоскость телескопа).

теплотрассой глубокого залегания (трубы на глубине 1.5 м), проходящей по двору обсерватории недалеко от стены, и необходимостью придать откатывающейся крыше требуемой жесткости (при дефиците металла). В результате длина кирпичной пристройки оказалась равна 3 м, ширина – 3.75 м. Так как теплотрассу почти каждый год раскапывают для ремонта, пришлось фундамент пристройки закладывать на глубину теплотрассы.

Бюджетного финансирования строительства телескопа не было. Весь необходимый строительный материал нам пришлось добывать, а строить силами нынешних и бывших кружковцев и руководителей “Веги”.

Строительная фирма “Дионикс” выделила безвозмездно бетонные блоки для фундамента и кирпич для стен. Необходимый металл помогли достать бывшие кружковцы. Работа закипела. К концу лета 2003 г. пристройка с фундаментами для целостата и металлической откатывающейся крышей была готова. Оставалось пробить световой канал в стенах и перегородках здания обсерватории. Всю эту работу мы провели в течение зимы, и к весне строительная часть солнечного телескопа была готова.

Самое активное участие в этих работах приняли бывшие кружковцы “Веги” А.С. Галкин, Г.Р. Васильев, М.Н. Щевьев, А.Ю. Соловьев, Д.А. Зарецкий, А.В. Ларионов, В.В. Костромин, Д.А. Яценко, О.А. Ивлев, С.Е. Романов; кружковцы “Веги” Евгений Бутусов, Максим Силантьев, Андрей Соловьев, Денис Мотыльков, Павел Тульский; педагоги “Веги”



Общий вид пристройки для солнечного телескопа.

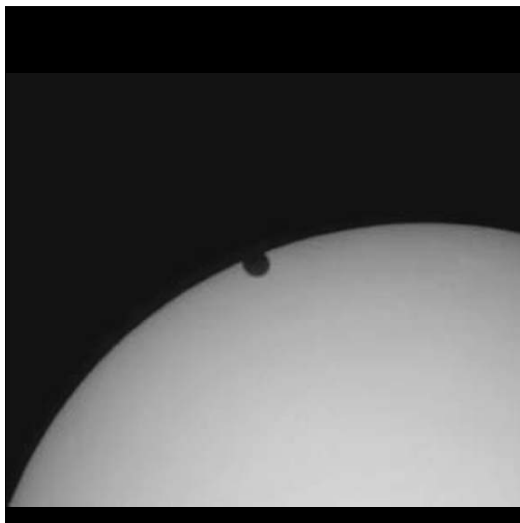


М.П. Татарников готовит солнечный телескоп к работе.

А.М. Татарников, А.Ю. Лазарев, А.Н. Юдин, Д.В. Коваль.

Весной привезли из ГАИШ целостат, установили и отъюстировали его. О.А. Ивлев помог решить проблему изготовления главного зеркала. Зеркало привезли из Лыткарино, укрепили на стене обсерватории, а затем испытали уже готовый телескоп. Качество изображения оказалось замечательным!

Венера во время прохождения по диску Солнца 8 июня 2004 г. Фотография получена А.М. Татарниковым с помощью цифрового фотоаппарата "Praktica DCZ-3.4", экспозиция 1/240 с.

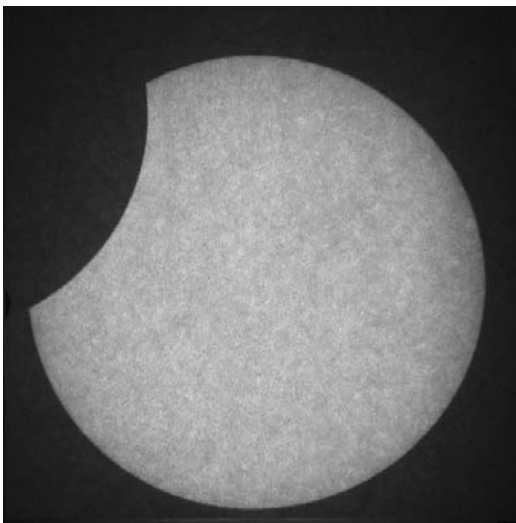


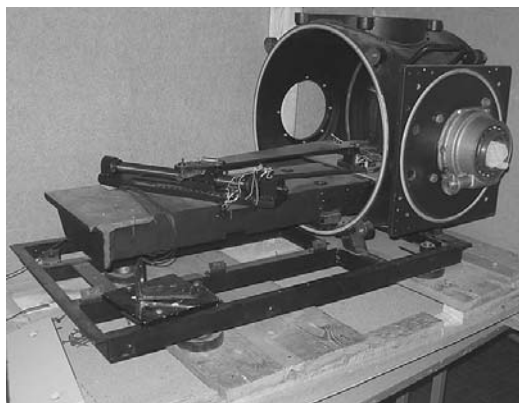
15 мая 2004 г. участники конференции "Веговские чтения-12" присутствовали на торжественной церемонии открытия горизонтального солнечного телескопа Межшкольного астрономического центра "Вега". Доцент МГУ Э.В. Кононович и директор "Веги" М.П. Татарников разрезали красную ленточку, и металлическая крыша пристройки к зданию обсерватории плавно отъехала в сторону, обнажив установленные на бетонных основаниях зеркала целостата.

За прошедшее с тех пор время с помощью солнечного телескопа проведены массовые наблюдения редких астрономических явлений. Например, 8 июня 2004 г. наблюдали прохождение Венеры по диску Солнца. Цифровые фотографии этого явления сразу же размещались на сайте www.astronet.ru. Осенью 2006 г. проводились наблюдения частного солнечного затмения. Телескоп использовался также для демонстрационных показов Солнца учащимся образовательных учреждений, посещающим целыми классами астрономический лекторий "Веги".

Кружковцы "Веги" в настоящее время активно изготавливают различную аппа-

Максимальная фаза частного солнечного затмения 3 октября 2005 г. Снимок сделал Д.В. Коваль. Фотоаппарат "Canon Power Shot A520", выдержка 1/200 с.





Узел вращения дифракционной решетки строящегося спектрометра солнечного телескопа.

ратуру и приспособления для получения цифровых фотографий фотосферы и солнечных пятен.

В течение уже двух лет кружковцы и их руководители работают над изготов-

лением спектрометра к нашему солнечному телескопу. Спектрометр построен по стандартной для приборов такого рода схеме Черны-Тёрнера. Свет, пройдя входную щель, попадает на зеркало-коллиматор, затем получившийся параллельный пучок света падает на дифракционную решетку. Разложенный в спектр, свет собирается камерным зеркалом на ПЗС-линейку. Фокусные расстояния коллиматорного и камерного зеркал равны 3.5 м. Это задает размер корпуса спектрометра, который имеет длину 4 м (для его размещения пришлось пробить еще одно отверстие во внутренней стене зда-



Вид целостата солнечного телескопа с крыши обсерватории.



Вторичное зеркало целостата.



Главное (следающее) зеркало целостата.

ния обсерватории). В приборе используются сменные дифракционные решетки 300–1200 штрихов/мм. В качестве приемника используется высокочувствительная ПЗС-линейка длиной 30 мм с 3700 чувствительными элементами. Размер пиксела линейки – 8×200 мкм. Благодаря большой площади пиксела достигнута высокая чувствительность при малом уровне шумов.

С помощью спектрометра высокого разрешения мы планируем наблюдать Солнце, чтобы изучить зависимость формы спектра (в разных диапазонах глубины и ширины линий различных химических элементов) от фазы солнечной активности в различных образованиях на Солнце – пятнах, факельных полях, корональных дырах и т.п. Помимо этого, большое поле деятельности открывается в области наблюдения спектральных линий, возникающих в спектре Солнца при прохождении излучения через земную атмосферу. Такие наблюдения поз-

волят проводить мониторинг состояния атмосферы в нашем городе.

Кроме того, мы планируем использовать спектрометр и как спектрогелиограф – прибор для получения изображений Солнца в любой длине волны. При этом линейка устанавливается перпендикулярно спектру, вдоль выбранной спектральной линии. Изображение Солнца будет двигаться по входной щели спектрометра, а компьютер – производить серию записей сигнала с ПЗС-линейки. После составления полученных изображений в одно целое мы получим снимок выбранной области Солнца (размером около $5'$) в выбранной длине волны (например, в линии водорода H-альфа). Высота линейки (200 мкм) задает в этом случае размер выходной щели и определяет спектральное разрешение прибора, которое зависит также от параметров используемой дифракционной решетки и достигает величины $0.1 \text{ \AA}$.



Монохроматор МДР-23.

Сейчас группа веговцев осваивает методику записи спектров в память компьютера, используя спектрограф ИСП-51 и монохроматор МДР-23, и готовится к работе на большом спектрометре.

Наш солнечный телескоп в комплекте с описанным спектрометром представляет собой инструмент, который может заинтересовать и астрономов-профессионалов. Мы будем рады сотрудничеству с учеными и ждем от них помощи в организации и проведении наших науч-

но-исследовательских работ. В рамках проводимого нами астрономического практикума для учащихся образовательных учреждений области, мы уже сейчас обучаем работе с телескопом интересующихся старшеклассников из Электрогорска, Лыткарино, Электростали, Раменского и поселка Заря Балашихинского района.

*М.П. ТАТАРНИКОВ,
директор Межшкольного
астрономического центра "Вега"*

НЛО глазами астронома

В 2007 г. в издательстве “Век 2” (г. Фрязино Московской области) вышла книга В.Г. Сурдина **“НЛО: записки астронома”**. Это редкий случай, когда книга об НЛО написана профессиональным астрономом. Небольшая по объему, карманного формата, содержащая всего 60 страниц, она насыщена очень полезной информацией. Книга написана легко, увлекательно, читается с большим интересом. Хотя автор с самого начала дистанцируется от уфологии и уфологов, в книге нет привычных среди профессионалов ругательств в их адрес. Стиль книги вполне благожелательный, и, на мой

взгляд, она дает достаточно объективную картину состояния уфологии и проблемы НЛО в целом.

Характеризуя уфологию, автор отмечает, что как область человеческих увлечений, стимулированная любознательностью, она *“безусловно заслуживает внимания, являясь связующим звеном между полным безразличием к природным явлениям – с одной стороны, и их научным исследованиям – с другой”*.

НЛО – это неопознанный летающий объект. В средствах массовой информации, отмечает автор, *“так часто называют любое небесное явление, природу которого сам наблюдатель не может определить. При этом обычно подразумевается, что наблюдался компактный движущийся объект, похожий на летательный аппарат, появление которого связывается с визитом на Землю космических пришельцев”*. Если иметь в виду СМИ и формируемое ими общественное мнение и обыденное сознание, то так оно и есть. Но серьезные исследователи относят к НЛО только те случаи, когда наблюдаемое явление не удалось объяснить после тщательного расследования компетентными специалистами.

Хотя обычно считают, что проблема возникла в середине прошлого века, автор справедливо отмечает, что наблюдения непонятных атмосферных и небесных явлений имело место задолго до XX в. *«В истории человечества, – пишет он, – известно множество случаев “небесных знамений”»*.

В книге кратко описывается история изучения (расследования) НЛО официальными комиссиями и общественными организациями в СССР и за рубежом. Отмечены все основные этапы этих рассле-



дований. Касаясь Петрозаводского феномена (20 сентября 1977 г.), автор связывает его с запуском ИСЗ “Космос-955”. С этим трудно согласиться. Подобное объяснение возможно, если отбросить те наблюдения, которые не укладываются в данное представление.

Автор обращает внимание на проблему достоверности в сообщениях об НЛО. Основные типы отождествленных НЛО:

- астрономические (Луна, Венера);
- техногенные (аэростаты, ракеты, спутники);
- атмосферные (полярные сияния, серебристые облака).

Характеризуя НЛО как явление массовой культуры, автор отмечает, что оно имеет две грани: научную и общественную. Для средств массовой информации сообщения об НЛО служат устойчивым источником сенсационных публикаций. В научном плане проблема НЛО – проявление любознательности и отчасти сама стимулирует любознательность. Но при этом речь часто идет о *“любознательности, не отягощенной знаниями”*. Поэтому профессиональные ученые редко работают в контакте с уфологами. *“Но это не означает, – подчеркивает автор, – что геофизики, астрономы, метеорологи и другие специалисты не придают значения загадочным атмосферным и космическим явлениям”*. Они их *“плановмерно изучают без сенсационной шумихи”*. На мой взгляд, это происходит крайне редко. Обычно профессиональные ученые стараются не замечать непонятные явления и всячески дистанцируются от них, чтобы не подорвать свой авторитет.

Основная часть книги посвящена описанию некоторых конкретных случаев наблюдения НЛО. Эта часть содержит много фактического материала и, по-моему, будет полезна не только любознательному читателю, но и самим уфологам, которым она поможет разобраться в картине наблюдаемых явлений. Автор очень интересно и с явным удовольствием описывает случаи его собственных наблюдений удивительных, на первый взгляд, явлений, которые ему удалось разгадать. Я много раз был свидетелем того, как мои коллеги-астрономы охотно рассказывали о своих наблюде-

ниях НЛО, которые им удалось объяснить. Чем необычнее наблюдаемое явление, тем интереснее найти для него объяснение. Здесь действует своего рода спортивный или охотничий азарт. И это понятно, ведь задача исследователя в том и состоит, чтобы давать объяснение наблюдаемым явлениям. Вместе с тем профессионалы не любят упоминать о случаях, которые не поддаются объяснению. С этим связано и то обстоятельство, что в официальных отчетах обычно отмечается, что 90% случаев удалось объяснить, и не упоминается о необъясненных 10%. Между тем, какова бы ни была природа НЛО, именно эти случаи заслуживают особого внимания.

Я много думал о том, в чем причина такого отторжения. Беседуя с коллегами, я пришел к выводу, что это связано с тем, что мы не знаем механизма явления. Сказанное относится не только к НЛО, но и к любым непонятным явлениям. Видимо, подсудно мы полагаем, что нам известны все законы природы, и если мы не можем объяснить какое-то явление, значит, его быть не может, это какая-то ошибка. Любопытно, что теоретически люди допускают: да, мы еще не все знаем, но практически считается, что все, с чем мы сталкиваемся в этом мире, должно объясняться известными механизмами, действующими на основе известных законов природы. Когда эти механизмы становятся понятными (хотя бы отчасти), явления переводятся из категории непризнанных в категорию признанных. Так, например, в явлениях солнечно-земных связей механизм возникновения полярных сияний, геомагнитных возмущений, нарушения радиосвязи был давно понят. А механизм влияния на процессы в нижней атмосфере и на погоду долгое время оставался неясным, такое влияние отрицалось. Сейчас как будто бы намелился определенный сдвиг. Уже можно сделать шаг и к признанию влияния солнечной активности на биологические процессы. Более тонкие воздействия остаются за горизонтом научного признания.

За несколько десятилетий до начала XXI в. некоторые ученые полагали, что в общих чертах мы уже все знаем о строе-

нии Вселенной, остаются кое-какие детали, которые не имеют принципиального значения. Но лавина открытий на рубеже веков заставила отказаться от такой наивной точки зрения. Не послужит ли это уроком для большей скромности?

Однако вернемся к книге В.Г. Сурдина. В ней очень интересны разделы, связанные с загадками Луны. Я бы не согласился с его утверждением, что у астрономов просто нет средств для осуществления постоянного мониторинга Луны. Думается, все-таки дело в другом – нет значительного интереса. Астрономы сейчас заняты изучением дальнего космоса. Заканчивая раздел о Луне, автор пишет: *“До сих пор с Луной связано немало научных загадок: не раскрыта тайна ее происхождения, не выяснена причина асимметрии ее полушарий (все моря лежат только на видимой стороне), не ясно происхождение кратерных поясов и крате-*

ров-антиподов, не найдены запасы воды, возможные в виде вечной мерзлоты в районе полярных шапок. И можно быть уверенным, что по мере изучения Луны загадок меньше не станет, по крайней мере, в ближайшие сто лет. Не исключено даже, что мы встретим там следы внеземных цивилизаций...” Воодушевляющая возможность!

В книге рассказывается и о случаях, когда космонавты наблюдали НЛО. Наконец, раздел, в котором рассматриваются источники ошибочных заключений о наблюдениях НЛО, включая физиологические особенности зрения, достойно венчает книгу.

В целом рецензируемая книга В.Г. Сурдина – образец серьезного и увлекательного разговора об этой очень непростой проблеме.

Л.М. ГИНДИЛИС

Информация

“Мессенджер” пролетел вблизи Меркурия

14 января 2008 г. в 19 ч 05 мин по Гринвичу американская АМС “Мессенджер” (“Messenger”) пролетела в 200 км от Меркурия. Это первый маневр АМС около самой близкой к Солнцу планеты. Напомним, что станция стартовала 3 августа 2004 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 6; 2005, № 2). Ей предстоит сближения с Меркурием 6 октября 2008 г. и 29 сентября 2009 г., после нескольких тормозных маневров скорость “Мессенджера” снизится, и на 15-м витке вокруг Солнца 18 марта 2011 г. она выйдет на орбиту вокруг Меркурия. За 3,5 года АМС “Мессенджер”

пролетела более 4 млрд. км. Все семь научных приборов работают безупречно.

Магнитное поле, обнаруженное 34 года назад АМС “Маринер-10”, отличается от прежних параметров. Структура поля схожа с земной магнитосферой. Очень разреженная атмосфера планеты содержит натрий, кальций и водород, хвост экзосферы простирается от Солнца на 40 тыс. км. На ночной стороне планеты, где пролетала станция, получены данные о гравитационном поле, минеральном составе пород, исследован топографический профиль поверхности с разрешением 1500 км.

На Землю передано 1213 уникальных изображений Меркурия (см. 2-ю стр. обложки). Поверхность планеты оказалась не так похожа на лунную, как думали прежде. Следы вулканической активности можно увидеть на многих снимках Меркурия. Древние кратеры заполнены горными породами в результате каких-то геологических процес-

сов. В частности, обрывы на дне старых кратеров указывают на сжатие внешней оболочки планеты по мере ее остывания. Такие обрывы и следы потоков лавы характерны для вулканической деятельности. В Южном полушарии на дне одного из кратеров (диаметр 52 км) находится странное образование – провал, напоминающий по форме телефонную трубку. Как считают специалисты, это также свидетельствует о вулканической активности Меркурия. В середине равнины Жары (Caloris; диаметр 1550 км) находится необычная структура в форме паука. Участки на равнине Жары отличаются от других более высоким альбедо. Подтверждено, что на Меркурии есть огромные утесы и эскарпы (уступы), тянущиеся на сотни километров.

*Пресс-релизы Университетов
им. Джона Хопкинса
и Аризоны и NASA,
15, 28 и 30 января 2008 г.*

Премия Краффорда российскому ученому

Королевская академия наук Швеции в 2008 г. присудила премию Краффорда по астрономии главному научному сотруднику ИКИ РАН, директору Института астрофизики Общества им. Макса Планка (ФРГ) академику **Рашиду Алиевичу Сюняеву**. Он возглавляет крупнейшую в России научную школу по проблемам астрофизики высоких энергий, является научным руководителем международной рентгеновской обсерватории “Интеграл” с российской стороны.

Церемония вручения состоялась 23 апреля 2008 г. в Стокгольме в Королевской академии наук Швеции. Премия вручена “за решающий вклад в развитие астрофизики высоких энергий и космологии”, в частности за изучение процессов, происходящих в окрестностях черных дыр и нейтронных звезд, и исследования реликтового излучения.

Премия Краффорда (500 тыс. долларов) присуждается ежегодно с 1982 г. за исследования в области астрономии, математики, наук о жизни, наук о Земле. Вошедшие в список этой премии номинации отобраны так, чтобы дополнить список дисциплин Нобелевской премии. В этом году сумма поделена между двумя номинациями: математика (М. Концевич и Э. Уиттен) и астрофизика (Р.А. Сюняев).

Присуждение премии Краффорда Р.А. Сюняеву – признание огромного вклада ученого в исследование процессов аккреции вещества на черные дыры и нейтронные



Академик Р.А. Сюняев – лауреат премии Краффорда.

звезды. Р.А. Сюняев и Н.И. Шакура еще в 1972–1973 гг. разработали “стандартную теорию” аккреции на черные дыры и нейтронные звезды. В рамках этой теории создана модель аккреционного диска, в котором вещество разгоняется и излучает фотоны высоких энергий. Таким образом, черные дыры – один из наиболее мощных источников излучения во Вселенной.

Работы Р.А. Сюняева в области исследований реликтового излучения стали ключом к пониманию эволюции и современной структуры Вселенной. В 1970 г. академик Я.Б. Зельдович и его тогда молодой ученик Р.А. Сюняев опубликовали работу, в которой предсказали существование акустических пиков в угловом распределении реликтового излучения (открыто в конце 1990-х гг., а в начале 2000-х гг. измерено космической обсерваторией “WMAP”;

Земля и Вселенная, 2004, № 3). В 1969–1970 гг. Я.Б. Зельдович и Р.А. Сюняев показали, что спектр реликтового излучения таит в себе информацию о любом энерговыделении в ранней Вселенной. В 1972 г. они открыли влияние галактик и скоплений галактик на наблюдаемый спектр реликтового излучения (эффект Сюняева–Зельдовича). Сегодня благодаря этому эффекту можно уточнить природу “темной энергии” и изучать эволюцию темпа расширения Вселенной и постоянной Хаббла. Новые работы Р.А. Сюняева касаются физики космологической рекомбинации, происходившей на первых стадиях развития Вселенной (400 тыс. лет с момента образования) и определившей ее дальнейшую эволюцию.

Пресс-релиз ИКИ РАН,
18 января 2008 г.

29-й полет КК “Атлантис”

7–20 февраля 2008 г. состоялся полет корабля “Атлантис” (программа STS-122), ставший 23-м в рамках строительства МКС. Напомним, что “Атлантис” – четвертый КК “Спейс Шаттл”, переданный в эксплуатацию в апреле 1985 г. Старт намечался на 6 декабря 2007 г. и переносился несколько раз из-за неисправности одного из датчиков топливного бака. Основная задача миссии заключается в доставке европейской научной лаборатории “Коламбус” на МКС и стыковке его с модулем “Гармония”. “Коламбус” еще 14 ноября 2007 г. был погружен на борт “Атлантиса”. Экипаж корабля состоит из семи астронавтов, двое из них, представляющие ESA, будут помогать монтировать и готовить к работе модуль “Коламбус”.

Модуль “Коламбус” (“Columbus”); длина 6.9 м, диаметр

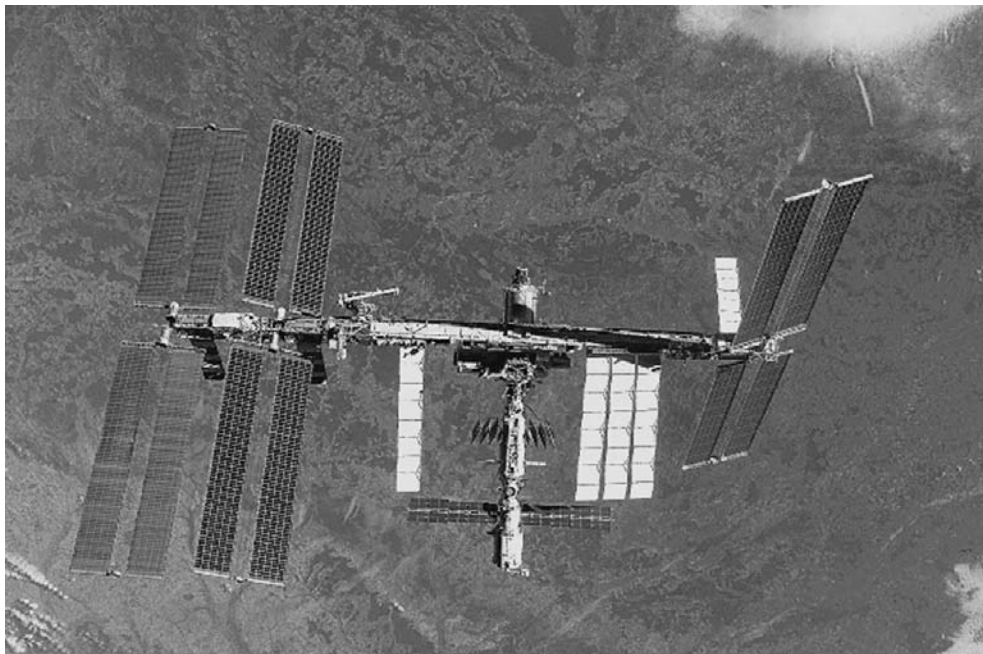
4.5 м, внутренний объем 75 м³, масса 10.3 т, с научным оборудованием – 12.8 т) оснащен подготовленными для исследований четырьмя отсеками-стойками с приборами и пультами управления размерами 2 × 1 м, на европейском сегменте их может располагаться до десяти: Biolab (эксперименты на микроорганизмах, насекомых, клетках), EPM (физиология организма человека), FSL (изучение поведения жидкостей в невесомости), EDR (исследование разнообразных научных дисциплин), ETC (складское помещение для научного оборудования) и др. На корпусе “Коламбуса” находятся еще четыре платформы с научными приборами для проведения экспериментов в вакууме: EuTEF (эксперименты, требующие длительной экспозиции в космосе), SOLAR (изучение солнечно-земных связей) и др. Строительство модуля “Коламбус” продолжалось 10 лет и завершено в апреле 2006 г. Планируемый срок эксплуатации – также 10 лет. На модуле будут проводиться эксперименты по фундаментальной физике, материаловедению, техническим дисциплинам, биологии и медицине.

Командир экипажа **Стивен Фрик** (Stephen N. Frick, 263-й астронавт США, 415-й астронавт мира; Коммандер ВМС США, служил летчиком-испытателем), пилот – **Алан Пойндекстер** (Alan G. Poindexter, 295-й астронавт США, 465-й астронавт мира; Коммандер ВМС США, работает в Отделе астронавтов NASA), специалисты миссии **Рекс Уолхайм** (Rex J. Walheim, 264-й астронавт США, 416-й астронавт мира; полковник ВВС США, служил в Штабе космического командования США), **Лилэнд Мелвин** (Leland D. Melvin, 296-й астронавт США, 466-й астронавт мира; магистр наук в области материаловедения, работал в Отделении неразрушающего контроля Исследовательского центра NASA в Лэнгли, сейчас – в Отделении NASA по использованию средств роботизации), **Стэнли Лав** (Stanley G. Love, 297-й астронавт США, 467-й астронавт мира; доктор астрономии, работал в Университетах Орегона и Вашингтона, Калифорнийском технологическом институте и Лаборатории реактивного движения, сейчас оператор связи с экипажами МКС в Центре управления полетами), астронавты Европейского космического агентства **Леопольд Эйартц** (Leopold Eyharts, 8-й астронавт Франции, 376-й астронавт мира; подполковник ВВС Франции, работал летчиком-испытателем и инженером ESA, в Летно-исследовательском центре, участвовал в создании европейского шаттла “Гермес”) и **Ханс Шлегель** (Hans W. Schlegel, 6-й астронавт ФРГ, 295-й астронавт мира; магистр наук по физике, работал в Вестфальском технологическом институте). С. Фрик, Р. Уолхайм, Л. Эйартц и Х. Шлегель уже совершили по одному полету, остальные – новички в космосе.

“Атлантис” стартовал **7 февраля 2008 г.** в 19 ч 45 мин 30 с с космодрома Космического центра им. Дж. Кеннеди на мысе Канаверал. Корабль вышел



Европейская научная лаборатория (модуль) “Коламбус” в разрезе. Рисунок. ESA.



Вид Международной космической станции из иллюминатора КК "Дискавери". После расстыковки корабль облетел станцию, и экипаж выполнил ее фотосъемку. 5 ноября 2007 г. Фото. NASA.

на орбиту высотой 342×370 км, наклонением 51.63° и периодом обращения 91.8 мин. Масса корабля на орбите – 116.5 т, при посадке – 93.5 т. **9 февраля 2008 г.** выполнены маневры сближения с МКС, и в 17 ч 17 мин корабль пристыковался к герметичному адаптеру РМА-2 станции. **11 февраля** состоялся первый выход Р. Уолхайма и С. Лав в открытый космос продолжительностью 7 ч 58 мин. Они присоединили модуль "Коламбус" к стыковочному агрегату по правому борту модуля "Гармония", произвели наддув переходного отсека и проверили его герметичность. **13 февраля** Р. Уолхайм и Х. Шлегель вышли второй раз в открытый космос и за 6 ч 45 мин заменили бак системы охлаждения. Третий выход в космос, **15 февраля**, выполнили Р. Уолхайм и С. Лав (длительность 7 ч 25 мин). На внешней поверхности модуля они проло-

жили электрокабели, демонтировали стартовые устройства и установили два научных прибора Solar и блок для девяти экспериментов. **17 февраля** КК "Атлантис" скорректировал орбиту полета МКС, увеличив высоту. **18 февраля** в 9 ч 25 мин корабль отстыковался от МКС и в течение двух часов совершал облет станции. **20 февраля** в 14 ч 07 мин 10 с "Атлантис" приземлился на посадочной полосе космодрома на мысе Канаверал. Продолжительность полета – 12 сут 18 ч 21 мин 40 с. Третий член экипажа 16-й основной экспедиции, Л. Эйартц, сменил на борту МКС Д. Тани. На станции продолжили работу П. Уитсон (США), Ю.И. Маленченко (Россия) и Л. Эйартц (ESA, Франция).

Сейчас МКС состоит из девяти модулей (пять американских, три российских и европейский), предполагается продлить

до 2020 г. полет первого и главного элемента станции – российского модуля "Заря". Планируется в 2009 г. увеличить экипаж станции до шести космонавтов. Число модулей на российском сегменте МКС к 2015 г. возрастет до девяти: в 2009 г. она пополнится малым исследовательским модулем-2 (масса 4 т), в 2010 г. – малым исследовательским модулем-1 (масса около 8 т), в 2011 г. – многоцелевым лабораторным модулем для научных исследований и развития робототехники (масса 19 т), в 2012 г. – узловым модулем (масса 4.5 т), в 2014 г. присоединятся два научно-энергетических модуля.

Пресс-релизы NASA, Роскосмоса и ЦУП-М, декабрь 2007 г. – январь 2008 г.
Подготовил С.А. Герасютин

Ф.СП-I	АБОНЕМЕНТ																																			
	70336 (индекс издания)																																			
	на <u>газету</u> на <u>ж у р н а л</u>																																			
	Земля и Вселенная																																			
	(наименование издания)																																			
	на ____ год по месяцам:																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																								
	Куда (адрес) (почтовый индекс)																																			
Кому (фамилия, инициалы)																																				
ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА																																				
70336 (индекс издания)																																				
на <u>газету</u> на <u>ж у р н а л</u>																																				
Земля и Вселенная																																				
(наименование издания)																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="width: 10%; font-size: small;">Стои- мость</td> <td rowspan="2" style="width: 10%; font-size: small;">подписки пере- адресовки</td> <td style="width: 10%; font-size: small;">____ руб</td> <td style="width: 10%; font-size: small;">____ коп</td> <td rowspan="2" style="width: 10%; font-size: small;">Количество комплектов</td> <td rowspan="2" style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">____ руб</td> <td style="font-size: small;">____ коп</td> </tr> </table>												Стои- мость	подписки пере- адресовки	____ руб	____ коп	Количество комплектов		____ руб	____ коп																	
Стои- мость	подписки пере- адресовки	____ руб	____ коп	Количество комплектов																																
		____ руб	____ коп																																	
на ____ год по месяцам:																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																									
Куда (адрес) (почтовый индекс)																																				
Кому (фамилия, инициалы)																																				

Информация

Антарктида теплеет

Ученый совет Арктического и Антарктического НИИ Росгидромета на итоговом в 2007 г. заседании обсудил данные о быстром потеплении климата на ледовом материке. Установлено, что за последние 30 лет средняя температура воздуха там повышалась в 3–4 ра-

за быстрее, чем в среднем на земном шаре. Особенно это ощущается на Антарктическом полуострове, где за вторую половину XX в. температура возросла на 2,5 градуса.

Данные российской внутриконтинентальной станции “Восток”, на которой в свое время была отмечена самая низкая для Земли температура воздуха – минус 87,3°С, – свидетельствуют о потеплении на несколько градусов, хотя выше минус 45°С температура на этой станции не наблюдалась.

Посетивший Антарктиду в конце 2007 г. Генеральный сек-

ретарь ООН Пак Ги Мун пролетел на легком самолете над ледниками. Его обеспокоило, что ледники толщиной 2,5 км заметно тают с поверхности: “Это чрезвычайное положение, поэтому требуются чрезвычайные действия”. Покидая Антарктиду, первый в истории лидер ООН, посетивший закованный в лед континент, сказал, что борьба с глобальным потеплением станет одним из главных приоритетов его работы во главе Организации Объединенных Наций.

В.А. МАРКИН

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (II полугодие 2008 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

**Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасюгин**

**Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина**

Сдано в набор 28.02.2008. Подписано в печать 22.04.2008. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать. Уч.-изд. л. 12.2. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 5.8 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 621 экз. Заказ № 93

Учредители: Российская академия наук, Президиум
Издатель – Академиздатцентр “Наука”,
117997 Москва, Профсоюзная, 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароковский пер., 26
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66
E-mail: zevs@naukaran.ru
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”
Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6

